

ФИЗИОЛОГИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
РАСТЕНИЙ



# ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

В ДВЕНАДЦАТИ ТОМАХ

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Главный редактор Б. А. РУБИН,  
С. С. АНДРЕЕНКО (зам. главного редактора),  
Н. С. ТУРКОВА (зам. главного редактора), А. Н. БЕ-  
ЛОЗЕРСКИЙ, П. А. ГЕНКЕЛЬ, А. И. ОПАРИН,  
Н. Г. ПОТАПОВ, И. А. ЧЕРНАВИНА,

В. Н. ШАПОШНИКОВ

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1970

МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

---

ФИЗИОЛОГИЯ  
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ  
РАСТЕНИЙ

Том VIII

ФИЗИОЛОГИЯ  
ОВОЩНЫХ И БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Ответственный редактор тома  
Б. А. РУБИН

ИЗДАТЕЛЬСТВО  
МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА  
1970

Монография «Физиология овощных и бахчевых культур» является результатом коллективного творческого труда.

Главная редакция издания «Физиология сельскохозяйственных растений» считает своим приятным долгом отметить активное участие, которое принимал в организации авторского коллектива профессор Алексей Степанович Кружилин. Выражаем профессору А. С. Кружилину искреннюю благодарность за оказанную им ценную помощь.

## МОРФО-АНАТОМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

Семя является органом аккумуляции и передачи наследственных свойств новому формирующемуся из него растению. Вместе с тем семя является и органом запаса питательных веществ.

Семена различных овощных и бахчевых растений различаются друг от друга по цвету, форме, величине и внутренне-

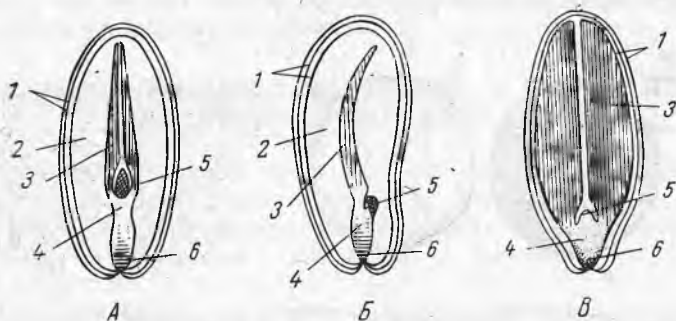


Рис. 1. Схематические разрезы семян

А — семя двудольного растения с эндоспермом (зонтичные, пасленовые);  
Б — семя однодольного растения с эндоспермом (линейные); В — семя двудольного растения без эндосперма (тыквенные, крестоцветные, сложноцветные);

1 — семенная кожура, 2 — эндосперм, 3 — семядоли, 4 — подсемядольное колено, 5 — почечка, 6 — корешок

му строению. Схематическое изображение разрезов семян различных овощных культур представлено на рис. 1. У семян двудольных растений — томата, перца, баклажана, моркови, петрушки, сельдерея и свеклы — семядоли небольшие, в связи с чем запасные питательные вещества откладываются в эндосперме, полностью вытесняящем нуцеллус (рис. 1, А). На

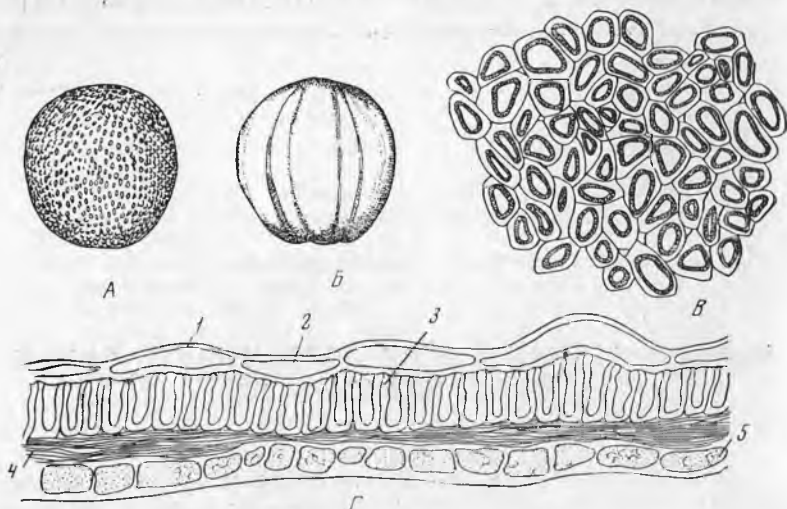


Рис. 2. Капуста савойская

*A* — общий вид семени; *B* — зародыш после удаления семенной кожуры; *B'* — тангентальный срез семенной кожуры; *Г* — поперечный разрез семени: 1 — эпидермис, 2 — сжатый слой больших клеток, 3 — склеренхимный слой; 4 — пигментный слой, 5 — белковый слой

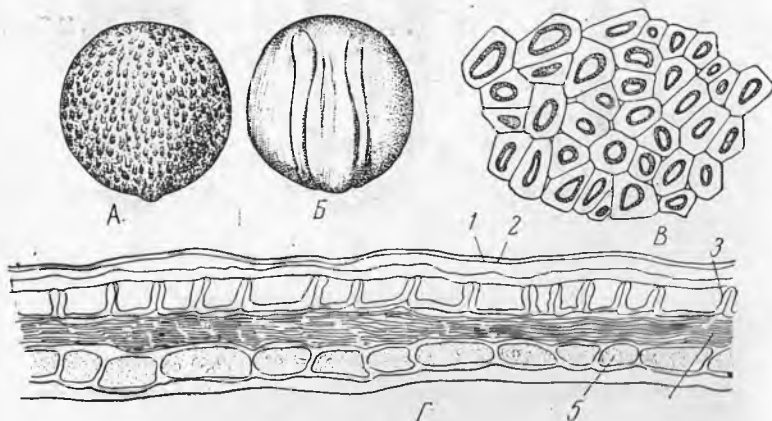


Рис. 3. Капуста цветная

*A* — общий вид семени; *B* — зародыш после удаления семени; *B'* — тангентальный срез семенной кожуры; *Г* — поперечный разрез семени: 1 — эпидермис, 2 — сжатый слой больших клеток, 3 — склеренхимный слой, 4 — пигментный слой, 5 — белковый слой

рис. 1, Б дается схематическое изображение разреза семян однодольных растений. Такое строение семени характерно для многих культур, в том числе и для лука. Рис. 1, В дает представление о строении семян двудольных растений — огурца, дыни, арбуза, тыквы, капусты кочанной, цветной, редьки, репы и др. В данном случае, как это явствует из схематического рисунка, эндосперм полностью используется развивающимся зародышем, и главным образом одной из составных его частей — семядолями.

Изучение микроструктуры семян овощных культур показывает различия не только между представителями отдельных семейств, но и между сортами в пределах одного семейства (Орехова, Лапинская, 1936) (рис. 2 и 3).

С. Ф. Захаревич (1959) также обнаружены значительные видовые и сортовые различия в анатомическом строении эпидермальной ткани семядолей капусты, причем наиболее четко эти различия выявляются при прорастании семян. В анатомии эпидермиса семядолей проявляется экологическая природа сорта: у южных засухоустойчивых сортов отмечена ксерофильная структура, у влаголюбивых сортов — гидрофильная.

Формирование семени как органа аккумуляции наследственных свойств вида и сорта с высокими продуктивными качествами является процессом весьма сложным, который определяется не только одним актом полового воспроизведения, но и целым рядом других условий.

## **ОПЫЛЕНИЕ ОВОЩНЫХ РАСТЕНИЙ И ЕГО ВЛИЯНИЕ НА ИХ ПРОДУКТИВНОСТЬ**

Проблема опыления овощных растений изучалась многими советскими исследователями: Д. В. Тер-Аванесяном (1949, 1950, 1957), Д. Д. Брежневым (1939, 1959), Е. А. Бритиковым (1957), И. Е. Глущенко (1957), Я. С. Айзенштамом (1954, 1960) и др.

Было показано, что после опыления во всех частях пестика увеличивается количество углеводов, азотистых веществ, наблюдается усиленный приток фосфора. В ядрах яйцеклеток начинает появляться тимонуклеиновая кислота, усиливается образование ауксинов. Все эти изменения в тканях пестика вызываются воздействием всей пыльцы, которая попадает на рыльце пестика, а не только тех пыльцевых трубок, которые осушествляют оплодотворение.

Как при перекрестном опылении, так и при самоопылении у растений наблюдается явное несоответствие между числом семязпочек в завязи цветка и количеством пыльцевых зерен: число последних во много раз превышает количество оплодотворяемых семязпочек.

Оплодотворение яйцеклетки в семязпочке носит избирательный характер, в силу чего в данном процессе используются биологически наиболее ценные и соответствующие материнскому организму пылинки. Это обстоятельство подчеркивалось в свое время И. В. Мичуриным (1934), К. А. Тимирязевым (1937) и в настоящее время учитывается при разработке мероприятий в области семеноводства культурных растений.

Вопросу жизнеспособности пыльцы и ее прорастания посвящены работы ряда авторов. Так, А. Н. Кныш (1958) установил, что пыльца растений огурца наиболее деятельна в первый день цветения мужских цветков. Оптимальными условиями для прорастания и роста пыльцевых трубок являются температура в пределах 20—25° и относительная влажность воздуха 80—100%.

Л. А. Кисимова (1966) рекомендует для производства гибридных семян пасленовых (томаты, перцы, баклажаны) использовать пыльцу, дозаренную при хранении ее в течение 1—7 дней, срок дозаривания зависит от вида пыльцы и условий хранения.

Т. Н. Балашов (1957) отмечает, что завязывание плодов дыни зависит от типа пестичных цветков. Лучшие результаты получаются при наличии женского типа цветков.

У. А. Петроченко (1961) установлено положительное влияние опрыскивания пыльцы растений томата, огурца, дыни и арбуза янтарной, фумаровой и адипиновой кислотами (табл. 1).

При изучении процессов оплодотворения в последнее время используется метод маркирования пыльцы радиоактивными изотопами (Поляков и др., 1959, 1964). Исследуя ряд растений, авторы получили доказательство множественного характера оплодотворения. Разнокачественность семян зависит не только от сочетания разнокачественных гамет. Менторально действующая пыльца, не участвующая непосредственно в оплодотворении, может оказывать влияние на развитие семян, их морфологические и физиологические особенности. В связи с этим разработан ряд приемов, применяющихся в практике селекционной работы с полевыми и овощными культурами: использование менторально действующей пыльцы при межсортовой гибридизации, применение смесей пыльцы для повышения жизнеспособности гибридного потомства, преодоление депрессии инцухта и др.

Работами Н. В. Турбина с сотрудниками (1948, 1952, 1953, 1959) показано, что у томатов при повторном опылении оплодотворенных яйцеклеток не только улучшаются породные качества гибридных семян, но повышается общий урожай плодов, а также в год опыления увеличивается выход ценной ранней продукции (в полтора-два раза по отношению к конт-



Таблица 1

## Влияние дикарбоновых кислот на прорастание пыльцы и рост пыльцевых трубок томата, огурца, дыни и арбуза

Кислота	Концентрация, моль	Количество проросшей пыльцы, %				Средняя длина пыльцевых трубок, мк			
		томат	огурец	дыня	арбуз	томат	огурец	дыня	арбуз
Янтарная	0,002	0	0	26,6	5	0	0	128	112
	0,001	22,5	8,8	79,3	12	92	95	272	256
	0,0002	53,7	85,3	78,5	11	105	525	368	160
	0,0001	82,1	90,7	94,5	75	120	599	440	272
Фумаровая	0,002	0	0	0	0	0	0	0	0
	0,001	0	3	85,6	25	0	42	296	128
	0,0002	57,2	91,6	85,0	9	185	682	248	224
	0,0001	70,7	93,7	73,6	0	330	400	112	0
Адипиновая	0,002	0	0	25	0	0	0	128	0
	0,001	0	19,4	93,2	8	0	263	200	32
	0,0002	30,0	71,1	70,5	29	112	183	1128	208
	0,0001	48,4	74,4	55,6	0	160	262	889	0
Вода (контроль)	—	0	5	30,8	0	0	84	101	0

ролю), причем эффективным оказывается как доопыление пыльцой другого сорта, так и пыльцой материнского сорта. Полученные данные говорят также о возможности наследования гибридами признаков нескольких отцовских сортов-самоопылителей в результате многократного влияния отдельных сортоопылителей на яйцеклетки цветков.

Действие пыльцы материнского сорта может усиливать проявление материнской наследственности у гибридов, а действие пыльцы других сортов повышать их жизнеспособность.

И. Е. Глуценко (1957) нашел, что гибридные растения первого поколения, полученные от опыления томата сорта Желтый Мичурина смесью пыльцы сортов Штамбового Алпатьева и Желтого Грушевидного, обладали признаками обеих отцовских форм. Большую роль в этом явлении автор отводит так называемому «соматическому оплодотворению», протекающему одновременно с основным половым процессом за счет большого количества проросших пыльцевых зерен.

Многократное нанесение пыльцы при скрещивании отдельных видов семейства тыквенных усиливает влияние оплодотворяющих элементов на материнский цветок, что приводит к получению метаксений, т. е. плодов типа отцовских опылителей, вызревающих на материнских растениях.

Отмечено также положительное действие опыления томатов смесью пыльцы, состоящей из пыльцы томатов и неактивной пыльцы другого вида (Verkerk, 1957).

Е. М. Мутафян (1965), изучая эмбриологию процесса оплодотворения перца, нашел, что при межсортовой гибридизации он совершается намного раньше, чем при внутрисортовой и протекает более интенсивно при использовании в качестве опылителя смеси пыльцы двух сортов.

Положительное влияние межсортовой гибридизации на качество семян показано и для ряда других овощных культур: для лука, моркови и томатов (Евтихевич, 1963), для перцев и баклажанов (Алпатыев и др., 1965). В. Ф. Белик и М. И. Подмогаева (1954, 1960) для преодоления нескрещиваемости различных видов тыквы применили межвидовую гибридизацию с использованием смеси пыльцы большого количества отцовских форм и доопыления материнской пыльцой.

У ряда овощных культур: капусты, томатов, моркови — положительная роль доопыления чужеродной пыльцой может быть использована для устранения депрессии и повышения жизнеспособности в инцухт-потомстве (Дворников и Якимов, 1963а, б; Кононов и Токмаков, 1965 и др.).

Б. А. Быстров и др. (1956), Б. А. Быстров и А. П. Павлова (1964) показали, что гибридные растения тыквы менее подвержены неблагоприятному действию повышенных температур, чем инцухт-растения, так как у последних наблюдается значительное снижение интенсивности фотосинтеза под влиянием высоких дневных температур, в то время как у гибридных растений интенсивность этого процесса и при высоких температурах сохраняется примерно на одном уровне (табл. 2).

В наших опытах по межсортовому скрещиванию томатов гибридные растения от скрещивания Маяка 8-летней закладки с другими сортами показали не только высокую гетерозисность их в первом поколении, но отличались от родительских растений и по ряду физиологических показателей: более высокой холодостойкостью, повышенной активностью каталазы в проростках и более высоким содержанием витамина С в листьях (Макаро и Кондратьева, 1962).

Для повышения жизнеспособности и продуктивности гетерозисных гибридов выявлена возможность воздействия на половые клетки, зиготу и семена внутренними радиоактивными излучениями изотопов. Б. В. Квасников и С. Т. Долгих (1965), применив в фазе бутонизации — цветения подкормку радиоактивным изотопом Р-32 как материнских, так и отцовских растений, получили из семян этих растений большее количество продуктивных семей, чем из семян неподкормленных растений.

Положительное влияние на качество семян оказывает

Таблица 2

Суточная динамика продуктивности фотосинтеза и дыхания гибридных и инцухт-растений тыквы в период интенсивного налива плодов

Время взятия проб, час, мин	Температура воздуха, °C	Варианты опыта	Фотосинтез (г CO <sub>2</sub> на 1 растение)	Дыхание (г CO <sub>2</sub> на 1 растение)	Превышение фотосинтеза над дыханием
1.30	16,8	Гибрид Инцухт	0 0	3,07 1,94	-3,07 -1,94
4.30	16,8	Гибрид Инцухт	10,82 4,01	1,99 2,35	+8,83 +1,66
7.30	16,8	Гибрид Инцухт	21,04 11,17	2,37 2,52	+18,67 +8,65
10.30	22,0	Гибрид Инцухт	18,12 12,18	8,30 8,84	+9,82 +3,34
13.30	27,2	Гибрид Инцухт	21,16 11,13	12,69 8,57	+8,47 +2,56
16.30	25,3	Гибрид Инцухт	19,62 9,32	8,91 5,92	+10,71 +3,40
19.30	22,2	Гибрид Инцухт	0 0	5,52 4,61	-5,52 -4,61
21.30	21,1	Гибрид Инцухт	0 0	1,34 4,40	-1,34 -1,40

также и вегетативная гибридизация. А. С. Кружилин и В. Ф. Белик (1951, 1953), Г. И. Семененко и О. А. Тимашева (1953, 1956) показали, что семена баклажана, полученные от первого и второго семенных поколений при прививках его на томат, содержали больше белков, имели более высокий абсолютный вес, повышенную энергию прорастания и всхожесть, чем исходные семена.

Предварительное вегетативное сближение с последующей половой гибридизацией также оказывает положительное влияние на качество семян.

Для овощных культур все большее признание получает метод вегетативной гибридизации и в зарубежных странах (Цзу Дей-мин и др., 1956; Синото, 1956; Георгиева, 1958; Ламбрев, 1959; Нобору Ягисита, 1960; Главинич, 1961).

### БИОХИМИЧЕСКИЕ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СОЗРЕВАНИЯ СЕМЯН

Почти все семена овощных культур характеризуются высоким содержанием белка, жира и клетчатки; содержание крахмала и сахара сравнительно невелико (табл. 3).

Химический состав семян овощных культур, %\*

Культура	Жиры	Белки	Сахар общий	Клетчатка пентозаны	Целлюлоза	Крахмал	Зола
Огурцы . . . . .	32,00—37,30	33,13—38,13	1,25—2,14	24,20—25,80	8,50—9,50	0,51—1,27	2,00—5,00
Дыня . . . . .	25,00	25,34	0,86	—	—	—	2,85
Арбузы . . . . .	42,60	37,90	5,33	1,42	—	—	3,13
Тыква (семена неподсу- шенные) . . . . .	20,60	17,60	4,10	10,80	—	55,0	1,90
Капуста кочанная . . . . .	32,80—40,20	25,00—36,25	4,31—5,47	7,90—8,90	4,00—4,50	0,70—2,20	4,55—6,15
Редька . . . . .	42,60—43,90	23,00—24,00	—	5,70	—	—	4,90
Томаты . . . . .	24,10—30,70	26,25—30,00	1,20—2,85	25,80—30,50	9,60—10,00	2,80—3,50	3,80—5,72
Перец сладкий . . . . .	18,70—27,90	11,00—14,80	3,70—6,20	20,00—45,10	—	—	3,10—3,90
Перец горький . . . . .	20,00—28,90	9,10—13,40	3,00—4,20	22,00—52,10	—	—	3,00—5,10
Морковь . . . . .	10,00—15,00	20,63—25,00	2,60—4,00	28,00—31,40	8,90—9,00	3,00—5,10	5,20—10,70
Лук . . . . .	22,10—28,50	18,75—25,00	0,37—2,30	22,80—23,00	8,50—12,00	3,70—10,20	5,00—5,40
Свекла, клубочки . . . . .	6,50—9,00	12,50—14,38	0,60—1,20	45,80—47,50	21,20—47,50	4,60—5,90	7,40—10,80
Шпинат . . . . .	4,80	13,00	19,30	23,90	—	27,90	—

\* Составлено по данным Г. А. Луковниковой (1961), Л. В. Миловановой (1961), Л. Г. Приязевой и Л. В. Алексеевой (1965).

Особенности химического состава семян существенным образом влияют на их физиологические свойства. Белковые запасы представлены не только простыми белками, но и нуклеопротеидами. Состав аминокислот белков семени весьма различен и может меняться на разных этапах его развития.

Наряду со сложными жирами, заключающимися в себе по несколько различных жирных кислот, в семенах обнаружены также близкие к ним фосфатиды, стериды и другие липоиды. Наибольшее количество фосфора, находящегося в растениях, приходится на долю семян, причем в основном фосфор содержится в виде органических соединений. В ряде семян обнаружены вещества, являющиеся побочными продуктами обмена: дубильные вещества, эфирные масла (в семенах укропа, петрушки), гликозиды (в семенах капусты), алкалоиды.

В состав семян входят также железо, кальций, магний, калий, натрий, фосфор, сера и хлор, содержащиеся в форме соответствующих солей, и значительное количество микроэлементов.

В семенах обнаружены окислительные ферменты: оксидазы, пероксидазы, дегидразы, которые функционируют в качестве компонентов дыхательных систем, причем эти дыхательные системы могут быть различны не только у разных видов растений, но и сменять одна другую на протяжении формирования семени. Так, пероксидаза отсутствует в семенах томатов на ранних стадиях их развития, но появляется несколько позже и сохраняется до конца созревания семени (Цингер, 1958).

Созревание семян сопровождается возникновением структурных изменений в семенных покровах семени: синтезируются целлюлоза, лигнин и другие соединения, обеспечивающие семенам механическую прочность, водонепроницаемость и химическую стойкость.

По мере созревания семян влажность их уменьшается. Низкое содержание воды является важным приспособительным признаком семян, обеспечивающих их сохранность. При этом подавляется жизнедеятельность семян, снижается активность ферментативного аппарата, ослабляется дыхание, благодаря чему не происходит лишней траты пластических веществ, необходимых в дальнейшем для роста зародыша. Кроме того, сухие семена легче переносят колебания температуры.

Теряя воду, плазма переходит из состояния золя в состояние геля, т. е. вязкость ее увеличивается и снижается интенсивность обмена веществ, но жизнеспособность семян при этом не нарушается.

В семенах содержатся физиологически активные вещества витаминной и стимуляторной природы. К ним относятся соединения группы ауксинов (в первую очередь индолилук-

сусная кислота — гетероауксин) и большое количество компонентов биоса: тиамин, рибофлавин, пиридоксин, никотиновая и пантеновая кислоты, анозитол и  $\alpha$ -токоферол. Содержание аскорбиновой кислоты, как и содержание ауксинов, весьма высокое на самых ранних фазах развития семени, но по мере созревания семян оно уменьшается, и в зрелых семенах количество ее невелико.

При прорастании семян параллельно с ростом проростка увеличивается содержание ауксинов и аскорбиновой кислоты.

## ФОРМИРОВАНИЕ СЕМЯН НА КОРНЮ И ПРИ ПОСЛЕУБОРОЧНОМ СОЗРЕВАНИИ

Несмотря на то что семенники овощных и бахчевых культур (однолетние и двулетние) биологически отличаются друг от друга, для всех них является характерным резко выраженная физиологическая неоднородность семян. Эта неоднородность находится в прямой связи со специфической структурой семенного куста той или другой культуры, с его ярусностью и количеством побегов первого, второго и следующих порядков на ветвях верхнего и нижнего ярусов.

Наиболее резко ярусность семенного куста выражена у овощных двулетников: моркови, капусты, свеклы и др. Качество семени меняется в зависимости от яруса куста и места формирования семян в соцветии (Макаро, 1950, 1956; Еременко, 1950; Тамберг, 1951; Чижов, 1961; Мегердичев, 1965 и др.). У моркови, например, лучшие по абсолютному весу и содержанию сухих веществ семена формируются в соцветиях главного зонтика верхнего яруса и на ветвях 1-го порядка, а

Таблица 4

Абсолютный вес и содержание сухих веществ в семенах моркови сорта Нантская

Ярусы* и порядок зонтиков	Семена с кустов с центральным побегом		Семена с кустов без центрального побега	
	абсолютный вес, г	сухое вещество в 500 шт. семян, г	абсолютный вес, г	сухое вещество в 500 шт. семян, г
<b>Верхний ярус</b>				
Главное соцветие . . . . .	2,12	0,9725	1,43	0,6577
Зонтики 1-го порядка . . .	1,59	0,7330	1,18	0,5472
Зонтики 2-го порядка . . .	1,62	0,7405	1,17	0,5385
<b>Нижний ярус</b>				
Зонтики 1-го порядка . . .	1,44	0,6586	1,16	0,5337
Зонтики 2-го порядка . . .	1,37	0,6275	1,37	0,6314

в пределах соцветия наилучшими являются те, которые формируются во внутренней части сложного зонтика (табл. 4).

Кроме того, наблюдения показали, что семена кустов без центрального побега в некоторых случаях (в зависимости от погодных условий вегетационного периода) получают физиологически относительно более выравненными и по своим посевным качествам не уступают семенам, формирующимся на кусте с центральным побегом (Макаро, Кондратьева, 1962).

Цветение и формирование зародыша происходит быстрее в средних и внутренних частях зонтика и медленнее в периферийных. Энергия роста всходов и урожай корнеплодов в связи с этим выше у растений, выращенных из семян внутренней части зонтика. Всхожесть семян различных ярусов также неодинакова (табл. 5).

Таблица 5

**Всхожесть семян моркови с различных ярусов  
семенного куста (в %)**

Дни анализа	1-й ярус	2-й ярус	3-й ярус
5-й день . . . . .	0	0	0
6-й день . . . . .	28,5	33,3	0
14-й день . . . . .	53,6	40,5	33,3

Характер формирования куста, а с ним и семян обуславливается во многих случаях влиянием соответствующих условий внешней среды, в которых идет рост и развитие растений. Так, в условиях влажных субтропиков (район Адлера, Сочи) в зависимости от того, где выращиваются семенники капусты — в низинах или горных местах — форма куста получается разная: как правило, на низинных, окруженных горами площадях или на прибрежных участках семенные кусты в нижнем ярусе сильно ветвятся, образуя значительное количество ветвей второго порядка. В горных условиях подобная картина не столь резко выражена. В условиях средней полосы (Московская область) характер формирования куста белокочанной капусты напоминает тип ветвления в горных местностях Адлерского района (Макаро, Кондратьева, 1962).

Накопление сухих веществ в семенах происходит непрерывно на протяжении всего периода их созревания; этот процесс резко дифференцирован по отдельным ярусам и порядкам ветвей семенного куста (рис. 4). Наименьшее абсолютное содержание сухих веществ наблюдается в семенах ветвей 2-го порядка нижнего яруса. Следует отметить, что в ранние фазы созревания количество воды в семенах возрастает параллельно с увеличением количества сухих веществ. В дальнейшем,

по мере созревания, абсолютное содержание воды в семенах падает при одновременном повышении количества сухих веществ. Аналогичная закономерность в формировании семян на корню наблюдается и в условиях средней полосы с той лишь разницей, что здесь срок созревания более растянут и процессы синтеза в семени протекают интенсивней, о чём можно судить по абсолютному содержанию в нем сухих веществ.

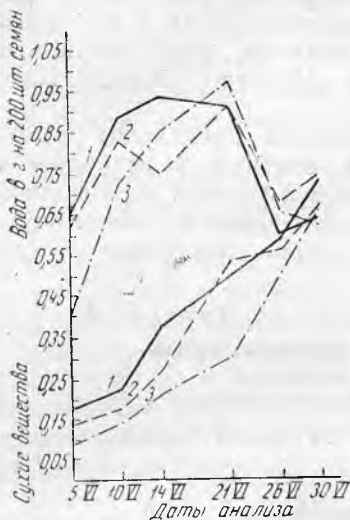


Рис. 4. Содержание сухих веществ и воды в семенах капусты в различные сроки их формирования на корню: 1 — основной побег, 2 — верхний ярус, 3 — нижний ярус

По данным Т. Г. Тамберг (1951), семена капусты, снятые с разных ярусов, также не равноценны: разница в абсолютном весе достигает у них 20—32%. Аналогичное явление отмечается автором и для семян свеклы: лучшие условия для их формирования создаются в верхней части растения (табл. 6).

Эти различия Т. Г. Тамберг связывает с активностью ферментов различных частей семенного куста, так как большая жизнеспособность и активность органов и тканей связана с большим содержанием в них таких ферментов, как каталаза, пероксидаза и др.

Изучая активность липазы в семенах разных ярусов моркови, свеклы и капусты, Т. Г. Тамберг обнаружила, что у моркови наибольшая активность липазы наблюдается в семенах основных зонтиков, а у капусты — в семенах основных ветвей верхнего яруса. У свеклы наибольшая активность каталазы оказалась в семенах верхнего яруса, семена этих же ярусов обладали лучшей всхожестью, большей силой началь-

Таблица 6  
Энергия прорастания и всхожесть семян свеклы по ярусам

Показатель	Нижний ярус		Средний ярус		Верхний ярус	
	энергия прорастания	всхожесть	энергия прорастания	всхожесть	энергия прорастания	всхожесть
Среднее число проростков на 100 клубочков . . . . .	27,4	111,9	34,0	118,2	63,4	153,5
% . . . . .	100	100	105,3	124,1	137,2	231,4



ного роста и лучшими породными качествами, а следовательно, и большей продуктивностью. Следует отметить, что лучшие условия формирования семян этих ярусов зависят от их более высокой сосущей силы по сравнению с боковыми побегами семенных кустов. Лучшие условия питания этих семян дают им возможность полнее формировать свои породные качества.

Тот же принцип ярусности в формировании семян па корню удается подметить и у лука. Абсолютное содержание сухих веществ в нижней части соцветия — головки меньше, чем в верхней. Так, у сорта Арзамасский в верхней части соцветия содержится 0,95 г сухого вещества в 500 шт семян, а в нижней — 0,80; у сорта Бессоновский соответственно 1,00 и 0,9 г (Макаро и др., 1956). Кроме того, в каждой части соцветия — головки в свою очередь обнаруживается большая пестрота в созревании, сохраняющаяся до самого момента уборки (рис. 5).

Отмеченная разнокачественность семян является в основном следствием той физиологической разнокачественности, которая создается в них по тем или другим причинам во время жизнедеятельности растения, а именно: стадийной разнокачественностью, неравномерностью в распределении воды и питательных веществ и т. д. (Мичурин, 1948).

Принцип «ярусности» в созревании семян сохраняется и у однолетников, поскольку плоды у томатов распределяются по отдельным кистям, а у огурцов и бахчевых культур по длине главного стебля и боковых побегов (Голубинский, 1948; Газенбуш, 1949; Цытович, 1961, 1965; Алексеев и др., 1965; Гикало, 1966). В работе Р. В. Алексеева приводятся также интересные данные о том, что абсолютный вес семян томатов не всегда является показателем их лучшего качества: растения, выращенные из семян 1-го сбора с абсолютным весом 3,18 г, оказались менее урожайными, с более низкой активностью каталазы, с худшим качеством плодов по сухому веществу и сахарозе по сравнению с растениями, выращенными

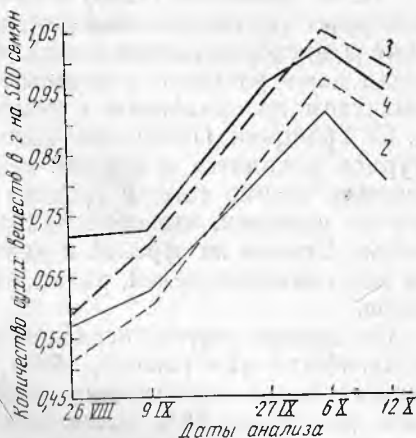


Рис. 5. Динамика накопления сухих веществ в семенах разных сортов лука в период формирования семян на корню:

1 — Арзамасский — верхняя часть соцветия, 2 — Арзамасский — нижняя часть соцветия, 3 — Бессоновский — верхняя часть соцветия, 4 — Бессоновский — нижняя часть соцветия

из семян последнего сбора с абсолютным весом 2,56 г. Следовательно, и здесь, как и у двулетников, имеет место влияние различных условий питания, стадийности, температуры, освещенности и т. д. на том или другом участке растения в период формирования семян.

А. В. Алпатьев (1953) в своей работе отмечает, что у некоторых сортов томатов семена разного качества бывают даже в пределах одного плода. Семена из нижней половины плода дают растения с мощным ростом, но замедленным развитием по сравнению с семенами верхней части плода. Д. С. Троицкий (1959) отмечает, что абсолютный вес семян огурцов находится в прямой связи с величиной плода — семенника. Кроме того, в средней части плода семена формируются первыми, что обуславливает их лучшие посевные качества. Семена из верхней и нижней частей плода не пригодны для семенных целей, равно как и семена из мелких семенников.

По данным научно-исследовательского института овощного хозяйства (Евтушенко, 1959), семена огурцов из плодов раннего срока завязывания, взятых с плети 1-го порядка, дали урожай на 16% выше, чем семена раннего срока завязывания, взятые из плодов с главной плети.

Наблюдения за накоплением сухих веществ в семенах капусты показали, что этот процесс на корню не заканчивается, а продолжается при дозаривании семенников, причем продолжительность нарастания пластических веществ в семенах в этом случае зависит как от культуры, так и от ряда других причин: времени уборки семенников, места их дозаривания, температуры и влажности воздуха и т. д. (рис. 6) (Макаро, Кондратьева, 1962).

При дозаривании семенников капусты (белокочанной, цветной и др.) увеличение запасных веществ семени происходит в течение сравнительно небольшого периода, конец которого определяется степенью зрелости семенного куста в целом и его отдельных частей. После этого семена, заключенные в стручках, начинают терять сухие вещества, что продолжается до тех пор, пока они не достигнут воздушно-сухого состояния.

При дозаривании семенников моркови, лука и др., после небольшого периода нарастания в семенах количества сухих веществ, наблюдается потеря их, однако не столь резко выраженная, как у растений капусты. В данном случае существенное влияние оказывают погодные условия: при холодной и дождливой погоде во время формирования семян на корню и в особенности при дозаривании на открытом воздухе потеря семенами сухих веществ более заметна, при этом падает и всхожесть семян.

Семена, формирующиеся на разных участках семенника,

различны по своему количественному и качественному биохимическому составу, а также по характеру изменения веществ в семени в период его созревания.

В табл. 7 приведены некоторые данные, полученные при изучении процесса формирования семян капусты сорта Номер первый в условиях Адлера.

По мере созревания семян общее количество сахара в них уменьшается, что связано с одновременным возраста-

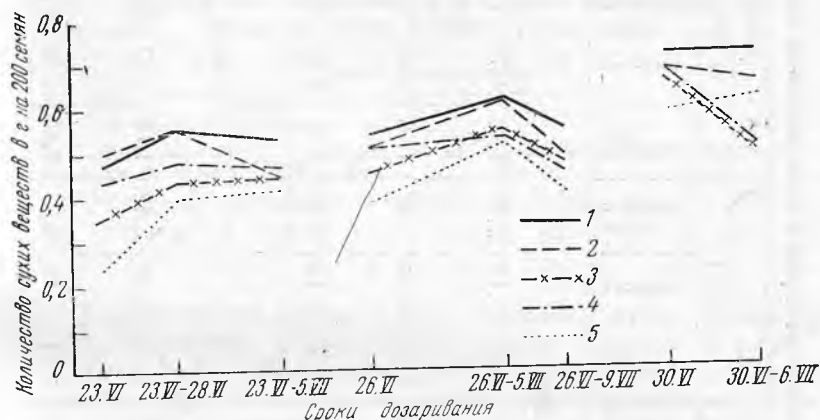


Рис. 6. Содержание сухих веществ в семенах капусты в зависимости от сроков уборки, до и после дозревания:

1 — основной побег, 2 — верхний ярус — ветви 1-го порядка, 3 — верхний ярус — ветви 2-го порядка, 4 — нижний ярус — ветви 1-го порядка, 5 — нижний ярус — ветви 2-го порядка

нием количества жира. На такую связь у крестоцветных растений указывал еще С. Л. Иванов (1912, 1946).

Это же следует и из наших данных, полученных при исследовании семян в различные сроки их созревания. Количество жиров определялось трижды: 16, 25 июня и 5 июля и было равно соответственно 20,98%; 29,68 и 34,73%. Таким образом, указанная связь между количеством сахаров и жиров при формировании семян капусты на корню является одним из характерных моментов в обмене указанных веществ у этого растения.

В недозревших семенах капусты преобладающей формой сахара являются монозы. Это соотношение меняется к концу созревания семян. При дозревании увеличивается количество белкового азота за счет небелкового.

Н. В. Цингер (1958), изучая накопление питательных веществ в эндосперме зародыша томата, показала, что оно происходит на протяжении всего процесса формирования семян, причем образующаяся на поздних стадиях развития семени кутикула и кутикулярные слои наружных клеток не

Изменение состава сахаров в семенах капусты при созревании на корню и послуборочном дозревании (в %)

Порядок ветвей	Созревание на корню						После дозревания								
	14/VI			18/VI			23/VI			с 14 по 19/VI			с 18 по 24/VI		
	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров	Моносахара	Дисахара	Сумма сахаров
Верхний ярус															
Основной побег . . . . .	4,01	3,18	7,19	3,88	1,99	5,87	1,84	1,13	2,97	2,60	1,70	4,30	1,77	2,34	4,11
Ветви 1-го порядка . . . . .	7,26	2,07	9,33	3,91	1,20	5,11	1,98	0,86	2,82	4,00	0,65	4,65	0,04	3,12	3,16
Ветви 2-го порядка . . . . .	8,38	1,76	10,14	3,79	1,16	4,95	2,04	1,14	3,18	5,01	2,65	7,66	0,06	3,01	3,07
Нижний ярус															
Ветви 1-го порядка . . . . .	8,91	2,44	11,35	5,26	2,68	7,94	1,64	0,78	2,42	4,03	1,57	5,60	10,10	3,10	3,20
Ветви 2-го порядка . . . . .	10,84	2,64	13,48	6,76	1,27	8,03	1,81	1,14	2,95	6,27	1,36	7,63	0,11	3,05	3,16

представляют непреодолимого препятствия для проникновения в эндосперм питательных веществ.

Наибольшее накопление сухого вещества происходит в начальные фазы развития семени и особенно при переходе зеленой окраски плода в бланжевую. После этого темпы накопления сухого вещества значительно снижаются (табл. 8).

Таблица 8

Сухой вес семени томатов (в среднем из 50 семян)  
на разных фазах развития плода (в мг)

Фазы развития плода						
зеленые			бланже- вые	бурые	розовые	красные
плоды диамет- ром 12—15 мм	средние	вырос- шие				
0,3	0,9	1,1	2,8	2,9	3,2	3,6

При изучении процесса формирования семян неоценимую услугу оказывает использование метода меченых атомов.

Так, А. И. Литвиненко (1957), изучая роль различных органов растения томата в формировании семени, пришел к выводу, что подкормка растений меченой  $CO_2$  в фазе семядольных листочков не сопровождается накоплением в семенах радиоактивного углерода, а при подкормке листьев меченой  $CO_2$  продукты фотосинтеза направляются в основном в мякоть плода, значительно меньшее количество их используется при формировании семян. Только при подкормке меченой  $CO_2$  плодовой кисти томата в чашелистиках резко усиливается синтез меченых продуктов, которые используются при формировании семян.

Значительная роль при формировании семян томатов принадлежит также их зеленым плодам. А. Л. Курсанов и Б. Б. Вартапетян (1956), изучая вопрос о физиологическом значении хлорофилла в плодах томатов, нашли, что в стенках плодов содержится значительное количество хлорофилла, который играет большую роль в регулировании газообмена тканей, окружающих семена, посредством так называемого внутреннего фотосинтеза, что способствует нормальному росту и созреванию семян.

О. О. Кедров-Зихман (1958), изучая динамику продвижения пластических веществ из вегетативных органов семянок лука в семена, использовал для этой цели как метод учета сухих веществ, так и метод меченых атомов. В опыте использовался раствор соли  $K_2HPO_4$  с радиоактивным фосфором  $P^{32}$ . Оказалось, что отток веществ из стрелок лука, убранных с пристрелочной луковицей в фазе начала воско-

вой спелости семян, сильно растянут во времени (до 42 дней) и идет в двух направлениях: к семенам и к пристрелочной луковце.

Изучением оттока пластических веществ к репродуктивным органам овощных растений занимались и другие исследователи: К. Д. Шупак (1957), Ж. А. Медведев (1957), В. Голиков, С. Т. Долгих (1961).

В. Е. Ермакова (1967), используя в своей работе меченые изотопы, отмечает, что при одновременном опылении пластические вещества направляются в те семена, где полнее произошло оплодотворение и образовалась более жизненная зигота.

Таким образом, формирование семян протекает у разных групп овощных растений по-разному и связано как с комплексом внешних условий, так и с внутренними биологическими и физиологическими особенностями растений.

## ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН

Семена овощных и бахчевых культур, как и все другие, требуют для своего прорастания наличия определенных условий: температуры, влаги, свободного доступа кислорода воздуха. Многие из этих культур, будучи южного происхождения (томаты, огурцы и др.), образуют семена, очень требовательные к теплу при прорастании, семена других культур прорастают при пониженных температурах (табл. 9; Котовский, 1926).

Семена моркови, а также петрушки, сельдерея и пастернака характеризуются замедленным прорастанием; при средней температуре около 20° они прорастают лишь на 12—15 день.

Семена томатов не прорастают при 8°, при температуре 11° до появления всходов проходит 22—23 дня, а при 30° они прорастают в течение 4—8 дней.

Повышенной требовательностью к температуре при прорастании обладают семена бахчевых культур — арбузов, дынь и тыкв. Минимальная температура, при которой начинается прорастание семян арбузов 16—17°, семян дынь 15°, семян тыкв 13°, а оптимальная соответственно 30—35°, 25—30° и 20—25°.

Таким образом, показатели прорастания семян овощных культур, приведенные выше, определяются их биологическими особенностями. В этом отношении следует обратить внимание на то, что семена салата не прорастают при 30°.

Большинство семян овощных культур для своего прорастания не требуют освещения. Правда, описаны факты лучшего прорастания семян капусты и редиса на свету в период

Таблица 9

## Влияние температуры на всхожесть и скорость прорастания семян овощных культур

Культура	Всхожесть, начало и конец прорастания (дни) при температуре																	
	4°C			8°C			11°C			18°C			25°C			30°C		
	начало	конец	всхо- жесть, %	начало	конец	всхо- жесть, %	начало	конец	всхо- жесть, %	начало	конец	всхо- жесть, %	начало	конец	всхо- жесть, %	начало	конец	всхо- жесть, %
Салат . . .	29	45	86	14	24	87	8	15	91	4	6	87	3	6	98	0	0	0
Редька . . .	52	55	42	13	20	80	10	15	92	4	6	95	3	5	97	3	5	95
Лук . . . . .	0	0	0	30	43	82	17	29	86	8	18	98	6	17	91	5	13	91
Капуста . . .	0	0	0	16	23	78	12	22	64	5	15	64	4	13	64	3	6	52
Свекла . . . .	0	0	0	20	42	110	12	24	131	6	15	120	4	12	122	3	12	102
Морковь . . .	0	0	0	25	41	58	16	23	56	8	17	60	6	11	52	5	8	54
Огурцы . . .	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	10	68	4	6	89	3	4	91

послеуборочного дозревания и угнетающего действия инфракрасных и синих лучей спектра на прорастание семян тыквенных и инфракрасных лучей спектра на прорастание баклажанов, томатов и перцев (Nakamura, Okasako, Jamado, 1955). Индифферентны по отношению к свету в период прорастания семена моркови, шпината, свеклы и бобовых овощных культур. На семена тыквенных культур при их прорастании свет оказывает положительное влияние.

О тормозящем действии синего света на прорастание семян томатов сообщается в работе Н. А. Анели (1940).

Первым этапом в процессе прорастания семян является набухание. Из овощных культур наибольшее количество воды поглощают семена, содержащие наибольшее количество белков. Крахмалистые семена требуют воды не свыше половины веса воздушно-сухих семян, масляные поглощают воды меньше всех остальных семян. Оболочки клеток, благодаря поступлению в них больших количеств воды, растягиваются и закрепляются отложением в них новых слоев клетчатки. При прорастании возрастает энергия процессов распада и синтеза, окисления и восстановления, взаимообусловленных и взаимно связанных друг с другом. Сложные углеводы (крахмал и др.) расщепляются с присоединением воды до простых сахаров — глюкозы и др., жиры — до жирных кислот и глицерина, а белки — до аминокислот. За счет этих продуктов распада в растущих частях развивающегося зародыша синтезируются другие белки, сложные углеводы и жиры, отличные от исходных по своему составу и структуре.

Чтобы иметь некоторое представление о количественном изменении веществ при прорастании семени, приведем некоторые данные (Елисеев, 1961), полученные на Майкопской опытной станции ВИРа при проращивании семян салата (табл. 10).

Из данных табл. 10 следует, что при прорастании семян салата наблюдается заметное снижение количества сухого вещества и жира и возрастание количества сахаров и белко-

Таблица 10

Изменение химического состава и активность каталазы при прорастании семян салата сорта Московский парниковый листовой (в % на сухое вещество)

Состояние семян	Сухое вещество	Сумма сахаров	Азот белковый	Азот небелковый	Сырой жир	Аскорбиновая кислота на 100 г, мг	Активность каталазы (мл O <sub>2</sub> за 6 мин на 100 г сух. вещества)
Воздушно-сухие	95,4	2,39	4,46	0,39	40,7	5,1	16,3
Набухшие . . . . .	27,8	4,90	4,83	0,61	40,4	17,3	51,5
Проросшие . . . . .	20,5	6,29	4,52	0,89	30,8	32,6	68,7



вого азота. Одновременно повышается содержание аскорбиновой кислоты и активность каталазы.

Увеличивается также количество растворимой золы, особенно возрастает содержание водорастворимого железа (Mauger, 1954).

Убыль сухого вещества и повышение активности ферментов наблюдались также и при проращивании семян томатов в опытах по закалке (Макаро, Кондратьева, 1962).

Таким образом, запасные вещества семени салата, огурца, томата, а равно и других культур в процессе прорастания весьма подвижны. Эта подвижность есть результат тех биохимических превращений запасных веществ, о которых в общих чертах было сказано выше.

Исследованиями советских и зарубежных ученых показано, что большая роль при прорастании семян принадлежит органическим кислотам, которые оказывают деформирующее действие на белковые молекулы ферментов, что приводит к повышению их энергетического уровня. Особенно велика их роль в процессе дыхания.

О. Б. Бойчук (1960) показал, что в сухих семенах томатов содержание стимуляторов крайне низкое, содержание ингибиторов (веществ, задерживающих прорастание) очень высокое. Кривая динамики свободных ауксинов в пределах 96 час прорастания имеет два максимума: через 12 и 72 час с момента увлажнения семян. Максимальное количество связанных ауксинов обнаруживается через 24 час с момента увлажнения семян. О. Б. Бойчук приходит к выводу, что содержащиеся в сухих семенах ингибиторы в процессе прорастания семян превращаются в стимуляторы, т. е. являются предшественниками стимуляторов.

## ПОКОЙ СЕМЯН

В практике известны случаи задержки прорастания семян и при наличии всех благоприятных условий: влаги, тепла и доступа кислорода воздуха к зародышу семени.

Выяснению причин этого явления и протекающих при этом физиологических процессов посвящено значительное количество исследований (Кретович, 1945; Христева, 1948; Благовещенский и др., 1951; Благовещенский, 1953; Robinson, 1954; Крокер и Бартон, 1955; Bernhard, 1959; Николаева и Каткевич, 1961; Попцов, 1965; Barton, Bray, 1967; Николаева, 1966 и др.). Было показано, что покой семян является следствием эндогенной причины, связанной со свойствами внутренних частей семени, в частности с его зародышем, и экзогенной причины, связанной со свойствами наружных покровов семян.

Тормозителями прорастания является целый ряд сложных продуктов обмена веществ, накапливающихся в клетках плазмы. К числу этих веществ относятся синильная кислота, различные аминокислоты ( $\beta$ -гистидин,  $\beta$ -метилгистидин и др.), которые являются тормозителями различных жизненных процессов, и особенно дыхания, дикарбоновые ненасыщенные кислоты, ароматические соединения и другие вещества. В основном все они содержатся в незрелых семенах в больших количествах, чем в зрелых. При испытании действия вытяжек из зрелых и незрелых семян гороха на прорастание семян маша оказалось, что по мере созревания семян гороха затормаживающее действие их вытяжек уменьшалось, а всхожесть семян маша увеличивалась. Подобная картина наблюдалась и при испытании действия вытяжек из зрелых и незрелых семян чая на прорастание семян маша.

Отмечено тормозящее действие кумарина и его аналогов на прорастание семян салата. Наиболее сильным из всех испытанных тормозителей оказался кумарин в концентрации  $10^{-3}$  М (Bernhard, 1959).

В. А. Тетюрев (1938), изучая вопрос о причинах задержки прорастания семян под действием веществ, содержащихся в сочных плодах, пришел к выводу, что задерживающее действие плодового сока томатов и яблок на прорастание семян вызывается суммарным действием содержащихся в этом соке кислот, сахаров, пектиновых, дубильных и других веществ. Наиболее сильное задерживающее действие принадлежит органическим кислотам и сахарам.

Затормаживающее действие этих продуктов связано с подавлением ими деятельности ряда ферментов, необходимых для прорастания семян, причем те же самые продукты, взятые в ничтожно малых количествах, при обработке семян оказывали на их прорастание стимулирующее действие (Христева, 1948).

Факты задержки прорастания семян или его стимулирования под влиянием одних и тех же веществ отмечаются и в работах зарубежных исследователей. Так, наблюдалась задержка прорастания семян огурцов под действием вытяжек из их семян, а также из семян тыквы, причем тормозящее действие вытяжек из семян с оболочками было большим, чем без оболочек (Kaufmann, 1943). Вальгер (Walger, 1950) то же явление описывает для семян дыни и арбуза. Вытяжки из этих семян, взятые в больших концентрациях, оказывали тормозящее действие, а в малых — стимулирующее действие на всхожесть семян и рост корней их проростков.

Стимулирование прорастания семян тесно связано с усилением активности каталазы, пероксидазы и протеолитических ферментов и проявляется при действии ряда дикарбоновых и ненасыщенных кислот и так называемых биогенных

стимуляторов, вытяжек из охлаждавшихся ростков и тканей растений алоэ, маша и др. (Благовещенский, Кологривова, 1945; Благовещенский, 1953).

Для нарушения покоя, связанного с состоянием семенных покровов, могут применяться различные физические, химические и биологические методы, направленные на повышение проницаемости околоплодника или семенной кожуры. Для прорастания семян, вступивших в фазу покоя, связанную со свойствами живых частей семени, используется холодная стратификация.

При стратификации намоченные семена подвергаются длительному воздействию пониженных температур (от 0 до +10° в зависимости от культуры). Холод, а также повышенное содержание углекислоты, выделяющейся в процессе интенсивного дыхания в создающихся анаэробных условиях, способствуют образованию в семенах ряда аминокислот, а также молочной, янтарной, изолимонной и других кислот. Кислоты блокируют действие находящихся в трудно прорастающих семенах тормозителей деятельности ферментов, активность и качество которых при этом повышаются и создаются предпосылки для прорастания семян. Для успеха холодной стратификации необходимо, чтобы зародыш начал расти внутри семян. Если рост зародыша не может начаться в условиях пониженных температур, стратификацию начинают в тепле, а потом переносят семена на холод.

Изменения в семенах под влиянием условий стратификации происходят в первую очередь в эндосперме, а не в зародыше, а отсюда передаются зародышу при условии его предварительной активизации (Туркевич, 1952). Это еще раз подчеркивает большое значение эндосперма в жизнедеятельности семян.

У семян овощных культур состояние ясно выраженного покоя наблюдается сравнительно редко. Однако наблюдающиеся у них в отдельных случаях факты замедленного прорастания, несомненно, могут вызываться теми же причинами, о которых говорилось выше.

Замедленное прорастание семян у овощных растений свойственно растениям из семейства зонтичных: моркови, сельдерею, петрушке и др. Робинзон (Robinson, 1954) отмечает, что непрорастание семян этих растений связано с состоянием покоя, которое может быть нарушено проращиванием семян на свету и в холоде или в условиях перемежающихся температур. Кроме того, частой причиной непрорастания семян семейства зонтичных является повреждение их зародыша клопами из рода *Lygus*. По данным И. В. Грушвицкого, Е. А. Агнаевой и Е. Ф. Кузиной (1963), причиной замедленного прорастания является недоразвитие зародыша семени у этой группы растений. Обработка таких семян гибберел-

лином у растений ряда семейств (Araliaceae, Schisandraceae, Ваpиpсiласеае и др.) оказывала стимулирующее влияние на рост и развитие недоразвитых зародышей их семян (Грушницкий, Лимарь, 1965).

Одленд (Odland, 1937), исследуя семена ряда овощных культур с точки зрения их покоя, определял их всхожесть в течение 20 недель после сбора семян с промежутками через одну неделю (рис. 7). Представители семейства тыквенных



Рис. 7. Влияние времени хранения на всхожесть семян некоторых овощных культур:

1 — морковь, 2 — перец, 3 — томаты,  
4 — огурцы, 5 — арбузы, 6 — тыквы,  
7 — дыни

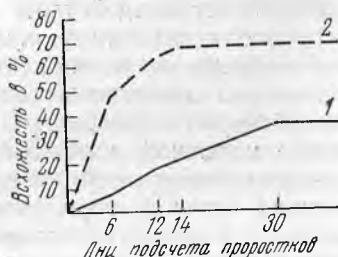


Рис. 8. Зависимость прорастания семян огурцов от их возраста и времени хранения:

1 — непосредственно после снятия урожая, 2 — после 6 месяцев хранения

имели так называемый период «слабого прорастания» в течение нескольких недель после уборки. У семян моркови, перца и томатов такого периода обнаружено не было: они прорастали одинаково хорошо в любое время после уборки. Автором были также показаны различия во всхожести семян свежесобранных огурцов и огурцов после 6 месяцев хранения (рис. 8).

Замедленное прорастание наблюдается и у семян капусты сорта Номер первый, выращиваемой в условиях субтропиков (Адлерский район). Наблюдения показали, что семена капусты с пониженной всхожестью через 3—4 месяца хранения повышают свои посевные качества до пределов первого класса.

Надрезы оболочек непрорастающих семян, а также промывка их водой или водой, слабо подкисленной серной кислотой, повышали их всхожесть, очевидно, в связи с тем, что и в том, и в другом случае создавались условия для свободного проникновения кислорода воздуха к зародышу, активации ферментативного аппарата семени и мобилизации необходимых продуктов для его прорастания. В то же время не исключена возможность и прямого влияния некоторых веществ

оболочки семени, тормозящих его прорастание). Некоторым основанием для такого суждения послужил тот факт, что непрорастающие в чашках Петри семена, перенесенные в другую чашку, прорастают заметно лучше, в особенности при зараженности семян альтернативой (Макаро, Кондратьева, 1962).

Подобные факты задержки прорастания семян капусты отмечались и другими авторами, причем резкое увеличение всхожести наблюдалось у семян, оболочка которых удалялась полностью (Cox, Munger, Smith, 1945).

В практике овощеводства нередко применяют способ пескования в тех случаях, когда семена трудно прорастают. Таким образом можно обрабатывать семена моркови, петрушки, сельдерея, свеклы, лука и др. Физиологическое значение этого приема аналогично стратификации, применяемой для древесных пород.

## **ПРИЕМЫ УСКОРЕНИЯ ПРОРАСТАНИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР**

Выше уже отмечалось, что семена овощных культур иногда не дают нормальной всхожести из-за неблагоприятных погодных условий в период их формирования.

В практике овощеводства используются некоторые приемы, повышающие энергию прорастания, всхожесть и урожайность таких семян, а также и семян с обычной всхожестью: искусственный или естественный солнечный обогрев, намачивание в растворах различных стимуляторов (гормоны, витамины, ферменты, органические кислоты, ауксины), микроэлементов и др.

Различные способы обогрева чаще всего применяют для семян тыквенных, и в особенности огурцов. При этом повышается энергия прорастания и всхожесть, растения раньше зацветают, дают более ранний и высокий урожай, семенная продуктивность их повышается (Брезгунов и Дегтярева, 1938; Репин и др., 1939; Цытович, 1953, 1961; Веселовская, 1956; Кемпка, 1958; Кузнецова, 1959; Vagnerova, 1959; Бадина, 1961; Родионов и др., 1966; Дорожкин и Стрельская, 1965; Lazic, Kovacev, 1966 и др.).

Стимуляторы роста, активизируя обмен веществ в семенах и растениях, усиливают различные физиологические функции, в том числе и процессы роста (Наугольных и др., 1949; Söding, Vömeke, Funke, 1949; Ракитин, 1953, 1963; Макаро и др., 1956; Цытович, 1957; El. Mugaaba, 1957; Ренард, 1958; Люкова, 1958; Блузманас, 1959; Благовещенский, 1964 и др.).

Хорошие результаты для повышения энергии прорастания и всхожести дает гиббереллин (Брежнев, 1958; Pisani, 1959;

Maier, 1959; Kahn, 1960; Родионов, 1966; Агнистова, Муромцев, 1967 и др.). Однако, по данным В. Ф. Белика (1965), обработка гиббереллином семян огурцов и бахчевых культур не оказывает стимулирующего влияния ни на всхожесть семян, ни на рост и продуктивность растений.

И, наконец, все бóльшим признанием в овощеводстве пользуются различные микроэлементы, применяемые как в сухом виде, так и в виде растворов, а также в смеси со стимуляторами роста и протравителями семян (Миронова, 1953; Загородный, Султанов, 1956; Каргополова, 1956; Нужнова, 1956; Макаро и др., 1956, 1960б; Широков, 1957; Bremer, 1957; Бамберг, 1960; Матухин и Цюрупа, 1960; Ягодин, 1961; Ягодин и Полканова, 1961; Будурян, 1962а; Сидорский, 1963; Влашок и др., 1964; Беляк и др., 1965 и др.).

Микроэлементы, поступая в эндосперм, зародыши семени и первичные корешки, повышают активность гидролизующих ферментов и образование ауксинов, способствуют усилению обмена веществ и интенсивности дыхания, в результате чего растения получают более мощными, увеличивается ассимиляционная поверхность листьев и в конечном итоге повышается урожай.

Хорошим приемом, способствующим появлению равномерных и дружных всходов, является дражирование семян, т. е. обволакивание их различными питательными смесями с добавлением в них микроэлементов и протравителей семян (Петербургский, 1951; Кондак и Вечерский, 1962; Файзиев, 1964 и др.). В опытах, проведенных в производственных условиях на базе совхоза им. Горького, после дражирования семян были получены прибавки урожая: у лука на 13%, у моркови на 10—18%, у петрушки на 19%, у редиса на 15%, у огурцов на 15% (Макаро, Кондратьева, 1962). В опытах О. А. Кротовой (1964) при посеве моркови дражированными семенами в сочетании с яровизацией прибавка урожая составила 75,6 ц/га.

В практике овощеводства используют прием яровизации семян с целью получения более высоких и ранних урожаев. Работами ряда авторов установлено, что у одних представителей овощных растений стадия яровизации очень кратковременна и проходит при сравнительно широких колебаниях температуры (огурцы, томаты), у других — в основном двулетних растений — она более продолжительна и требует для своего прохождения наличия длительных пониженных температур, причем в семенах часто полностью не завершается. Эти различия учитываются при разработке условий приема яровизации семян для различных овощных культур (Реймерс, 1938, 1940; Разумов, 1957).

А. В. Благовещенский и А. Ю. Кологривова (1945) показали, что при яровизации растений в естественных условиях

в них образуются аспарагиновая, фумаровая, янтарная кислоты, которые и стимулируют действие каталазы и протеаз и повышают их качество. Отсюда и возникла мысль об искусственном намачивании семян в этих растворах и растворах биогенных стимуляторов, действие которых аналогично действию пониженных яровизирующих температур.

С целью выяснения физиологической сущности процесса яровизации З. М. Шведская и А. С. Кружилин (1961) использовали ряд ингибиторов при яровизации семян репы сорта Петровская и молодых зеленых растений капусты сорта Номер первый: азид натрия, диэтилдитиокарбомат, малоновую и моноодуксусную кислоты в концентрации  $5 \times 10^{-4}$  М.

Опытами показано, что яровизация этих растений может задерживаться при воздействии ингибиторами на ферментные системы дыхания. Наиболее сильное подавление процессов развития вызвал азид натрия. В результате его воздействия не застрелковало ни одно растение. Это свидетельствует о том, что в процессах яровизации играют важную роль ферменты, содержащие тяжелые металлы (оксидазы — цитохромоксидаза, аскорбиноксидаза и др.) Моноодуксусная кислота несколько замедляла рост и развитие растений. Показано также влияние сахаров и продуктов их дальнейших превращений на растения в период яровизации. Авторы полагают, что значительная роль принадлежит здесь цитохромной системе и ферментам гликолитического цикла.

Яровизация семян овощных культур широко применяется во многих колхозах и совхозах (Кутумов, 1957; Чулков, 1957; Сиртаутайте, 1965 и др.).

В последние годы используется также прием закалки семян теплолюбивых овощных культур (томатов, баклажанов, огурцов, арбузов, тыквы и др.), который имеет своей основной целью повысить у растений свойство адаптации к пониженным температурам.

Большая эффективность закалки с использованием переменных температур выявлена А. Е. Вороновой (1950) в условиях Курганской области для томатов, культура которых из-за суровых климатических условий была очень затруднена, а иногда и невозможна. К. А. Шуин (1954) показал, что промораживание набухших семян томатов в течение 3 дней при температуре  $-3^\circ$  дает примерно те же результаты, что и воздействие переменными температурами. Д. А. Шутов с сотрудниками (1955, 1959) при закалке семян огурцов и томатов в условиях Молдавии отмечали стимулирующее действие низких температур на ростовые процессы проростков, особенно их корневых систем, а также на общий обмен веществ в растениях.

К. Д. Щупак и Н. Н. Загинайло (1956) и К. Д. Щупак (1961) подчеркивают эффективность закалки семян томатов.

Урожай зрелых плодов увеличивался после закалки на 30—40%, корневая система развивалась лучше.

М. А. Чертковой (1957), работавшей в условиях Якутии, отмечается положительное влияние закалки семян томатов на урожай и его качество, на повышение холодостойкости и сокращение срока использования защищенного грунта при выращивании рассады в течение 40 дней против обычных 65—70 дней. О. А. Заураловым (1957), Д. Маджаровой (1961, 1962), Н. Н. Будуряном и другими (1962) и Н. В. Беляевым (1962) отмечается положительное влияние закалки на ход ряда физиологических процессов как в семенах и проростках, так и во взрослых растениях в течение вегетационного периода. П. А. Генкель и С. В. Кушниренко (1959, 1966), С. В. Кушниренко (1958, 1962), С. В. Кушниренко и Р. С. Морозова (1963) показали, что в результате закалки в семенах повышается активность ферментов пероксидазы, каталазы, липазы, увеличивается содержание аскорбиновой кислоты и растворимых форм азота. Накапливается фосфор и органические соединения, богатые энергией. Закаленным растениям свойственна высокая интенсивность синтетических процессов, большая продуктивность дыхания, большая устойчивость структуры хлоропластов под действием пониженных температур и как следствие более высокая интенсивность фотосинтеза, ростовых и репродуктивных процессов.

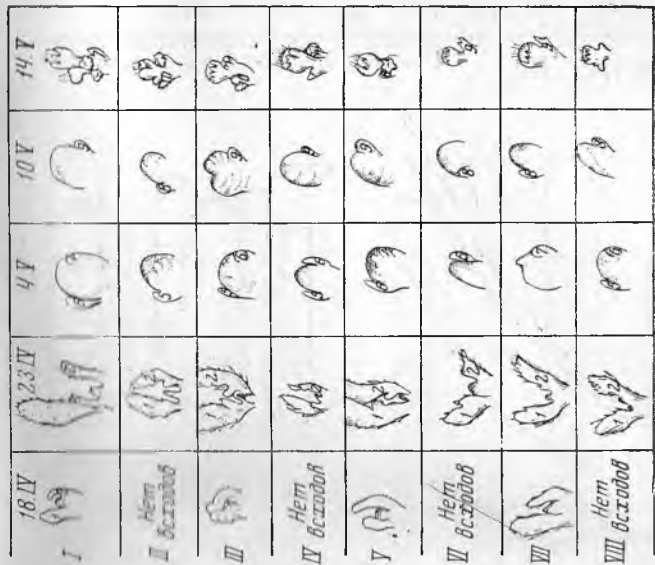
Результаты работ по закалке семян томатов, проводившихся в течение ряда лет (1952—1960) в Московской области в институте овощного хозяйства, кратко сводятся к следующему.

Закалка семян томатов эффективна как в отношении повышения урожая, так и формирования его в более ранние сроки (на 5—7 дней раньше, чем у растений, выращенных из незакаленных семян). Степень эффективности приема различна и связана в основном с погодными условиями вегетационного периода. Качество плодов, как правило, повышается, содержание витамина С увеличивается на 4—11%, а в отдельных случаях и больше, содержание сахара увеличивается на 0,1—0,4% (Макаро и Кондратьева, 1962).

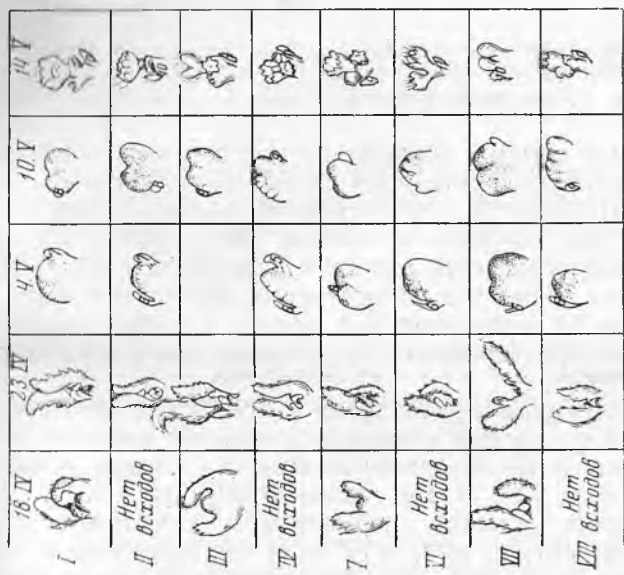
Прохождение стадийных изменений в растениях, о которых судили по морфогенезу в точках роста растений в начальные этапы их жизни, ускоряется, но при условии выращивания рассады из закаленных семян при умеренном температурном режиме (не ниже 7—10°). Более низкие температуры задерживают развитие растений, причем последствие их наблюдается и в последующие годы (рис. 9) (Макаро и др., 1959).

Длительные низкие температуры в начальные фазы развития растений, вызывающие значительную задержку в росте, в дальнейшем играют активную роль в стимулировании





Б



А

Рис. 9. Состояние точек роста семян томатов (сорт Маяк) в начальные фазы их развития (год выращивания 1957).

А — последнее выращивание семян в 1956 г. в тепле; Б — последнее выращивание семян в 1956 г. в холоде. I — первый год закали; II — без закали; III — второй год закали; IV — последние одного года закали; V — четвертый год закали; VI — последние четырех лет закали; VII — шестой год закали; VIII — последние пяти лет закали. 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 — количество зачаточных листьев в точке роста.

ростовых процессов, причем это стимулирующее влияние холода сохраняется на протяжении всего вегетационного периода и в особенности при повторных закалках семян. Это и является причиной увеличения у растений длительности вегетационного периода и задержки в формировании урожая в ранние сроки (рис. 10).

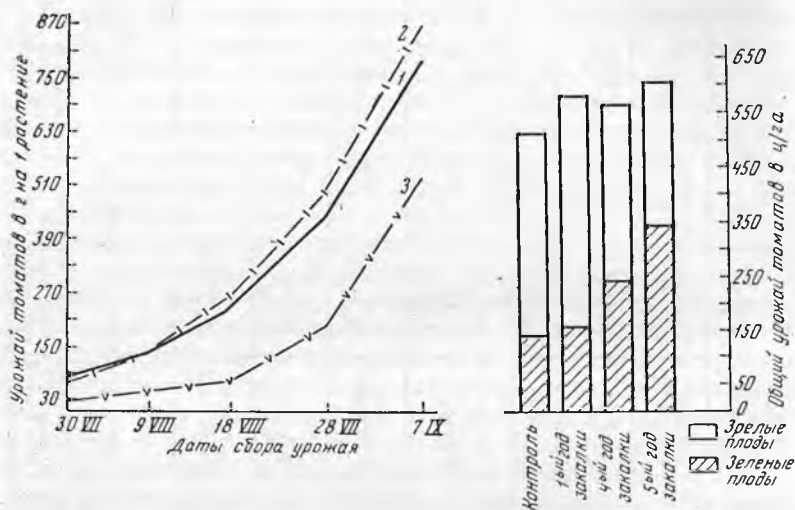


Рис. 10. Влияние закалки семян томатов (сорт Маяк) на динамику поступления урожая зрелых плодов и общий урожай:

1 — контроль, 2 — закалка (первый год), 3 — закалка (пятый год)

Закалка семян томатов снижает потребность семян в температуре прорастания и повышает устойчивость растений к низким положительным и отрицательным температурам до  $(-1) - (-2)^{\circ}$  при весенних и осенних похолоданиях. Более высокая холодостойкость растений в результате закалки была обнаружена также и в лабораторных опытах при испытании листьев на их выносливость к холоду применением метода плазмоллиза, предложенного П. А. Генкелем и Д. П. Марголиной (1949, 1951).

О большей выносливости растений к неблагоприятным условиям внешней среды под влиянием повторных закалок говорят также данные по определению вязкости плазмы по методу П. А. Генкеля и И. В. Цветковой (1950), рис. 11.

Закалка семян томатов переменными температурами (12 час при температуре  $+14, +16^{\circ}$  и 12 час при температуре в интервале от  $0$  до  $-10^{\circ}$ ) сопровождается потерей в них сухих веществ, причем величина этой потери связана с биологическими особенностями различных сортов и главным образом с их раннеспелостью (табл. 11).

У сортов, семена которых прорастают быстро, потеря сухих веществ при закалке более значительна. Исходя из этих данных, в целях сохранения пластических веществ при закалке, а следовательно, и высокой жизнеспособности семян продолжительность закалки не должна превышать 10—15 дней (с учетом особенностей сортов).

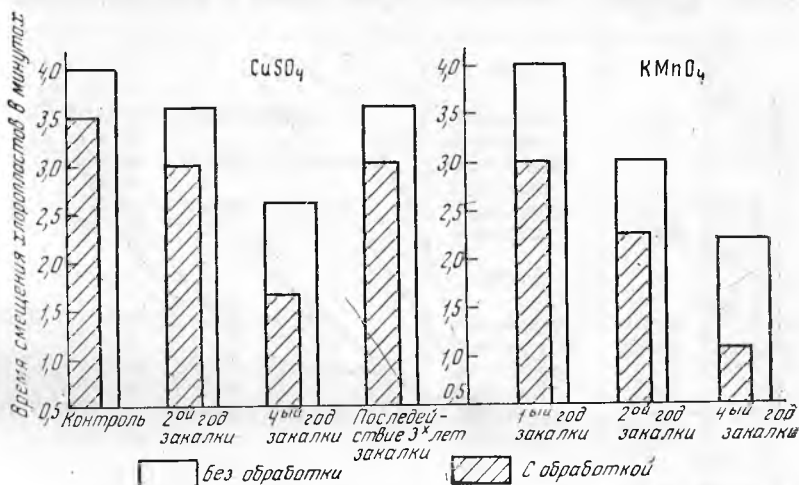


Рис. 11. Влияние закалики семян томатов и обработки их микроэлементами:  $\text{CuSO}_4$  (0,02%) и  $\text{KMnO}_4$  (0,02%) на вязкость протоплазмы в клетках черешков листьев

В период закалики в семенах происходит увеличение суммы сахаров, количество которых возрастает по мере продления закалики. Одновременно с этим усиливается и энергия дыхания семян.

Таблица 11

Абсолютное содержание сухих веществ в 1000 шт. семян томатов при их закалике в г и в % к контролю

Варианты	Сорта					
	штамбовый Карлик		плановый 904		грунтовый Грибовский	
	г	%	г	%	г	%
Контроль . . .	2,9554	100	2,5299	100	2,4124	100
Закалка в течение 5 дней .	2,8613	96,8	2,5276	99,9	2,3839	98,8
Закалка в течение 12 дней .	2,3246	78,7	2,5147	99,4	2,3452	97,2

В проростках, полученных из закаленных семян, содержится глюкоза, фруктоза и сахароза, причем в больших количествах по сравнению с проростками, выращенными из не-закаленных семян.

Закалка семян томатов сопровождается повышением в них деятельности ферментов, принимающих участие в дыхательном процессе: каталазы, пероксидазы и полифенолокси-

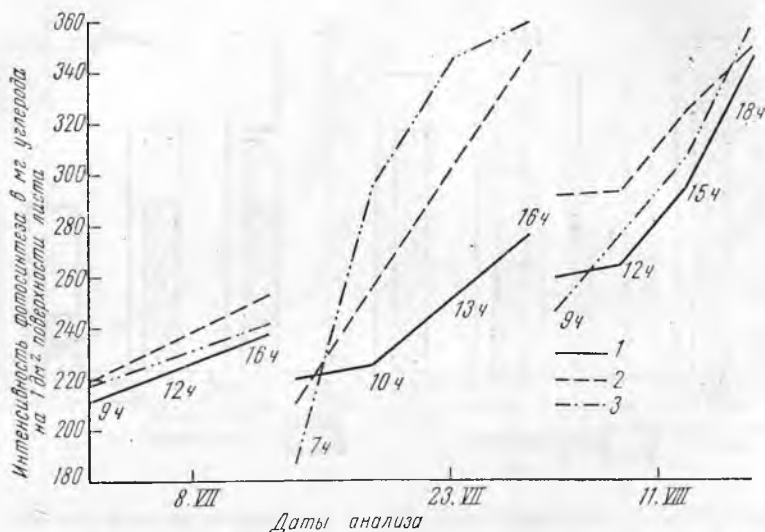


Рис. 12. Влияние закалики семян томатов на интенсивность фотосинтеза:

1 — контроль, 2 — первый год закалики, 3 — третий год закалики

дазы, причем это повышение сохраняется и в более поздние фазы роста растений (табл. 12).

Повторяющаяся из года в год закалка повышает содержание витамина С и хлорофилла в листьях томатов, а также и интенсивность фотосинтеза (рис. 12).

Сравнение растений, выращенных из элитных семян без закалики с растениями, выращенными из семян, закалявшихся в течение семи лет, представлено в табл. 13.

Повторные закалики вызывают изменения и в анатомическом строении тканей листа (рис. 13).

Показана возможность прерывистой закалики семян томатов с последующим их подсушиванием. Применение этого метода улучшает посевные качества и способствует более дружному и раннему формированию урожая (Макаро, Кондратьева, 1960а).

В результате закалики семян огурцов у растений повышается холодостойкость, способность семян к прорастанию при

Таблица 12

Влияние заделки семян томатов сорта Маяк и Бизон на активность окислительных ферментов

Дата взятия проб	Пробы	Варианты	Пероксидаза, мг % пурпурогаллина	Каталаза, мл 0,1 N KMnO <sub>4</sub>
		Маяк		
21/III	Наклонувшиеся семена	Закаленные	20,93	0,83
	То же	Контроль	9,79	0,34
7/VI	Листья в период бутонизации	Закаленные	—	9,60
	То же	Контроль	—	3,60
25/VI	Листья в период цветения	Закаленные	3,14	Следы
	То же	Контроль	2,29	»
		Бизон		
21/III	Наклонувшиеся семена	Закаленные	13,94	1,00
	То же	Контроль	6,03	0,79
7/VI	Листья в период бутонизации	Закаленные	0,91	7,57
	То же	Контроль	0,89	5,71
25/VI	Листья в период цветения	Закаленные	2,39	Следы
	То же	Контроль	2,06	»

Таблица 13

Содержание витамина С (в мг % на сырой вес) и хлорофилла (в % на сухой вес) в листьях растений томата сорта Маяк в зависимости от заделки семян

Пробы	Сроки взятия проб				
	10/VII	13/VII		20/VII	
	хлорофилл	хлорофилл	витамин С	хлорофилл	витамин С

Последствие 7-летней заделки семян

Лист над 1-й кистью	—	1,84	39,27	—	—
» » 2-й »	—	2,41	54,25	2,21	16,43
» » 3-й »	2,38	2,36	70,87	2,33	20,91

Элитные семена

Лист над 1-й кистью	—	1,59	22,02	—	—
» » 2-й »	—	2,06	46,30	1,68	16,21
» » 3-й »	2,24	1,99	43,80	2,10	16,85

пониженных температурах, увеличивается количество женских цветков, наблюдается более раннее формирование урожая и его увеличение (Андросова, 1940; Владимирова, 1952; Волков, 1956; Раудсеп, 1957; Кандина, 1958, 1962 и др.). Л. А. Незговорным с сотрудниками (1957, 1958, 1961), А. Р. Вернер и др. (1964) было показано, что положительное

действие закалики семян огурцов и других теплолюбивых растений может быть значительно усилено опудриванием семян препаратом ТМГД, снижающим патогенность холодной почвы в прикорневой зоне растений.

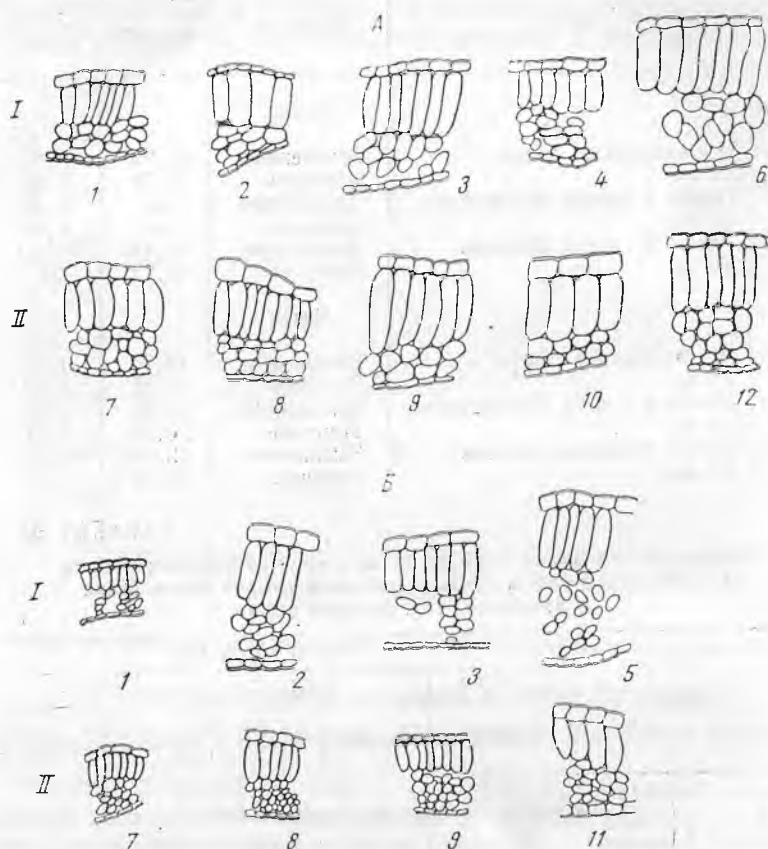


Рис. 13. Поперечные срезы пластинки листа томатов (сорт Маяк), выращенных из закаленных и незакаленных семян.

А — последнее действие выращивания сеянцев в теплых парниках; Б — последнее действие выращивания сеянцев в холодных парниках.

I — растения, выращенные из закаленных семян; II — растения, выращенные из незакаленных семян.

1 — первый год закалки, 2 — второй год закалки, 3 — третий год закалки, 4 — четвертый год закалки, 5 — пятый год закалки, 6 — шестой год закалки, 7 — контроль (без закалки), 8 — последнее действие одного года закалки, 9 — последнее действие двух лет закалки, 10 — последнее действие трех лет закалки, 11 — последнее действие четырех лет закалки, 12 — последнее действие пяти лет закалки

Работами Макаро и Кондратьевой (1962) по закалке семян огурцов сорта Неросимый 40 и Алтайский ранний 166 переменными температурами было показано, что при равных экспозициях пребывания семян в тепле и холоде наблюда-

лось, как правило, снижение энергии прорастания и всхожести семян. Этот отрицательный момент устранялся увеличением времени пребывания семян в холоде до 18 часов при температуре 0 — (—2°) и пребыванием в тепле (14—16°) в течение 6 часов.

Большая потеря сухих веществ семенами огурцов при их закалке наблюдается, как и у томатов, у сортов быстрее прорастающих, в связи с чем длительность закалики семян различных сортов огурцов должна определяться их биологическими особенностями. Для сортов типа Алтайский ранний 166 хорошие результаты были получены при закалке семян в течение 4—6 дней, а для сортов типа Неросимый 40 — в течение 6—9 дней.

В результате закалики семян огурцов наблюдается меньшее изреживание всходов после весенних заморозков, когда температура снижается до (—1°) — (—2°), снижается вязкость плазмы, повышается содержание аскорбиновой кислоты и сухих веществ в листьях и плодах, увеличивается на 13—58% урожай зелени (рис. 14).

Исследования В. Ф. Белика (1963) показали, что семена огурцов сортов северного происхождения менее отзывчивы к закалке по сравнению с семенами сортов южного происхождения. Реакция растений на охлаждение, о которой можно было судить по изменению некоторых физиологических показателей (содержание хлорофилла в листьях, концентрация клеточного сока и др.) была сильнее выражена у сортов южного происхождения.

С. М. Тюриной (1966) было показано, что при воздействии низкими температурами на семена более холодостойких сортов огурцов содержание аскорбиновой кислоты в них возрастает в большей степени, чем в семенах менее холодостойких сортов, а снижение активности липазы в семенах при их закалке может служить физиологическим показателем при уточнении режимов закалики семян огурцов.

Усиление холодостойкости огуречных растений наблюдалось в опытах Н. Коженяну (1954) в Румынии при обработке проростков огурцов раствором сернокислого алюминия.

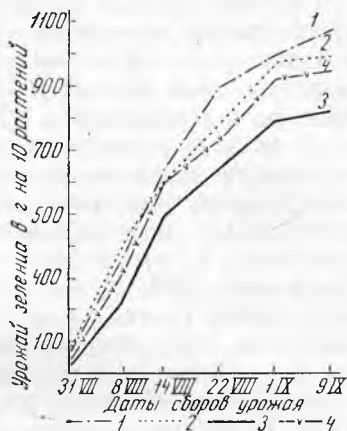


Рис. 14. Влияние закалики семян огурцов и обработки их микроэлементами  $AlK(SO_4)_2$  — 0,002% и  $(NH_4)_2MoO_4$  — 0,03% на поступление урожая зелени:

1 —  $AlK(SO_4)_2$  + закалка, 2 —  $(NH_4)_2MoO_4$  + закалка, 3 — контроль (без закалики и обработки), 4 — закалка

Закалка семян бахчевых культур также положительно влияет на посевные качества семян, холодостойкость растений, рост корневых систем и повышение урожайности (Лебл, 1954; Воронова, 1955; Тропина, 1961 и др.). Отмечается также ускоренное прохождение процессов органогенеза и повышение жизнестойкости растений в связи с протеканием ряда физиологических процессов на более высоком уровне (Тарбаева, 1961; Будурян, 1962, 1962б; Зауралов, 1962).

Помимо закалки холодом для овощных семян используется также нашедшая себе широкое применение в полеводстве закалка семян к засухе путем их предпосевного подсушивания (Генкель, 1937, 1962; Демина и Погосов, 1955; Макаро и Кондратьева, 1960а; Мартянова и др., 1961).

В настоящее время в литературе имеются данные о положительном влиянии на семена ряда физических факторов: ультразвука, импульсов концентрированного солнечного света (ИКСС), электрического тока, тепловых нейтронов, рентгеновских и гамма облучений (Барсуков и Забавская, 1953; Науменко, 1938; Кузин, 1960, 1963; Кротова, 1957; Изаков и др., 1958; Паламарчук, 1959; Кулик, 1961; Моисеев и Александрова, 1961; Феофанова, 1961; Бреславец и др., 1960; Березина, Щибря и Риза-Заде, 1962; Щибря, 1963; Риза-Заде, 1964; Гребинский и Цибух, 1963; Эльпинер, 1964; Сидорский, 1965; Шахов и др. 1965; Мухин и др., 1967; Пельчих, 1967; Tomberg, 1950; Hesse, 1952). Не имея возможности подробно остановиться на этих интересных работах, отметим лишь, что под влиянием вышеуказанных воздействий наблюдались изменения во внутренней структуре семян, повышалась интенсивность их набухания, энергия прорастания, всхожесть и уровень окислительных процессов, стимулировался рост растений, наблюдалось повышение и более раннее созревание урожая, обнаруживались ценные для селекционных целей мутации.

По данным Б. В. Квасникова и С. Т. Долгих (1965), облучение семян лука и томатов гамма-лучами Co-60 позволило получить более продуктивные формы, превышающие по урожайности исходные сорта на 13—60%. У лука в результате облучения семян были получены формы с мужской стерильностью цветков, что для селекционных целей является очень удобным. В результате облучения семенных растений томатов, лука, моркови и свеклы также были получены формы с мужской пыльцевой стерильностью.

## ХРАНЕНИЕ СЕМЯН

Потеря высоких посевных качеств семян во время хранения связана с увеличением в них интенсивности физиологических и биохимических процессов, главная роль в которых



принадлежит дыханию, а также с развитием различной микрофлоры (плесневые и полевые грибы, кокки и др.) как внутри семян, так и на их поверхности. Поэтому задачей хранения является поддержание такого уровня влажности в семенной массе, при которой ограничивается возможность распространения микроорганизмов, а дыхание семян проявляется очень слабо.

Вопросу о влиянии условий хранения на развитие микроорганизмов в семенах овощных культур посвящены многие работы (Переверзева, 1965а, б; Переверзева и Цонева, 1965; Алексеева, 1965; Курдина, 1967; Barton, 1962 и др.).

Остановимся на тех исследованиях, целью которых было установление величины равновесной и критической влажности семян (Кретович, 1945), за верхним пределом которой резко усиливается дыхание семян, увеличивается потеря сухих веществ и активизируется деятельность микрофлоры. Жизнеспособность семян при этом понижается, ухудшаются их посевные качества.

Было показано, что величина равновесной влажности семян, т. е. той влажности, которая при данной температуре соответствует определенной относительной влажности воздуха, связана с их химическим составом, различна у разных культур и находится в прямой зависимости от температуры и относительной влажности воздуха (Курдина, 1961).

Семена свеклы, моркови, капусты, лука и томатов при хранении их при температуре 10° поглощают влаги больше, чем при температуре 50° (Boswell и др., 1940).

По данным Тул (Toole, 1942, 1957), уровень равновесной влажности у семян свеклы, кочанной капусты, моркови, сельдерея, огурцов, салата, лука, помидоров, репы и арбузов колеблется в пределах 8—12,5% (при относительной влажности воздуха 65—73%). Наибольшая равновесная влажность наблюдалась у лука. Отмечается также зависимость влажности семян от климатической зоны выращивания и хранения.

При двухлетнем хранении семян капусты сорта Амагер влажность их при относительной влажности воздуха 60—90% колебалась в пределах 8,49—10,42% (Litynski, 1957).

Было показано также, что снижение жизнеспособности семян, начавшееся при повышенной исходной влажности, продолжается даже при создании благоприятных условий хранения.

Бартон (Barton, 1966), изучая свойства семян салата, лука и помидоров, нашла, что при одинаковых условиях влажности и температуры воздуха количество воды, поглощаемой семенами из воздуха, возрастало в таком порядке: салат, помидоры, лук. Наибольшая влажность семян всех культур наблюдалась при температуре 10° при влажности воздуха от 35 до 76%.

Изменение влажности, всхожести и сухого веса семян капусты сорта Номер первый с разных ярусов за год хранения при различной относительной влажности воздуха

До хранения		После хранения при относительной влажности воздуха									
влажность, %	всхожесть, %	сухой вес 200 семян, г	32%			75%			88%		
			влажность, %	всхожесть, %	сухой вес 200 семян, г	влажность, %	всхожесть, %	сухой вес 200 семян, г	влажность, %	всхожесть, %	сухой вес 200 семян, г
8,41	96,0	0,7400	7,73	99,3	0,6295	14,7	52,0	0,6140	—	28,3	0,6020
Основной побег											
9,60	95,5	0,6800	6,0	95,7	0,6122	11,8	53,3	0,6030	13,3	60,0	0,5218
Верхний ярус ветви первого порядка											
10,7	92,5	0,6600	8,0	96,0	0,5720	13,7	57,0	0,5572	15,2	13,7	0,5396
Верхний ярус ветви второго порядка											
Нижний ярус ветви первого порядка											
10,09	97,0	0,6700	7,4	94,7	0,6150	11,2	25,7	0,5730	14,5	25,7	0,5653
Нижний ярус ветви второго порядка											
9,75	95,0	0,5900	9,7	93,3	0,5650	15,4	33,0	0,5210	17,2	9,3	0,5330

По данным Н. Е. Александровой (1967), наибольшая равновесная влажность при хранении наблюдалась у семян шпината, а наименьшая — у редиса. Салат занимает промежуточное положение. В соответствии с этим и критическая влажность семян при относительной влажности воздуха 70—75% составила для редиса 8,4%, салата — 9%, шпината — 13,7%.

Наши лабораторные опыты (Макаро, 1950) по хранению в течение года семян капусты сорта Номер первый при различной относительной влажности воздуха показали изменение качества семян в зависимости от относительной влажности воздуха (табл. 14).

С возрастом равновесной влажности семян всхожесть их падала, понижалось количество сухих веществ, увеличивалось поражение семян плесневыми грибами и альтернарией. Наибольшая порча семян наблюдалась у семян, формирующихся на ветвях 2-го порядка обоих ярусов, что лишний раз говорит о физиологической разнокачественности семян различных частей семенного куста.

Падение жизнеспособности семян с увеличением их равновесной влажности показано также в опытах по хранению семян, проведенных другими авторами (Gane, 1947; Лубенец, 1959 и др.). По данным Г. С. Лубенца, в лабораторных условиях снижение всхожести было наибольшим при 88% относительной влажности воздуха. Всхожесть семян репы и капусты местной репродукции снижалась на 6—10%, капусты адлерской репродукции — на 81%, моркови — на 69%, лука-батуна — на 31%.

Л. Г. Пискунова (1965) отмечает связь гигроскопичности семян с их крахмалистостью. Семена лука и свеклы, наиболее крахмалистые, являются и наиболее гигроскопичными, затем следуют семена моркови и арбузов и, наконец, капуста и огурцов. По данным Л. Г. Пискуновой, критическая влажность для семян лука составляет 14% при температуре 2°, 10—11% при температуре 15° и 7—8% при температуре 25°. По данным Л. В. Алексеевой (1965), показатели критической влажности семян при относительной влажности воздуха 75% различались по культурам: у семян свеклы критическая влажность составила 12,5—14,5%, у семян моркови 10,0—11,5%, у семян капусты 9—10%. Повышение влажности семян выше критической сопровождалось усиленным дыханием, уменьшением в них количества жира и повышением его кислотного числа, снижением активности каталазы и как следствие — понижением всхожести (табл. 15).

На повышение кислотного числа жира вследствие усиления гидролитической деятельности липазы при влажности семян лука выше критической указывает Л. Г. Пискунова (1965). Кислотное число жира является более надежным признаком качества семян овощных культур при хранении,

Таблица 15

Изменение семян свеклы, моркови и капусты после года хранения их в условиях различной относительной влажности воздуха при температуре 16—20°

Показатели	Относительная влажность воздуха					
	60%	65%	70%	75%	80%	90%
Семена свеклы						
Интенсивность дыхания* . . . . .	0,111	0,295	0,420	1,643	—	—
Содержание жиров . . . . .	6,85	6,85	6,80	6,57	6,50	5,99
Кислотное число жира . . . . .	—	—	6,55	7,00	7,60	8,10
Активность каталазы . . . . .	96	93	86	80	70	30
Семена моркови						
Интенсивность дыхания . . . . .	0,076	0,13	0,15	1,16	—	—
Содержание жиров . . . . .	12,09	11,50	11,25	11,08	9,50	7,60
Кислотное число жира . . . . .	—	—	—	3,52	3,38	6,12
Активность каталазы . . . . .	55	54	63	75	57	25
Семена капусты						
Интенсивность дыхания . . . . .	0,041	0,092	0,496	1,33	—	—
Содержание жиров . . . . .	32,85	32,20	32,00	30,30	28,40	26,00
Кислотное число жира . . . . .	—	—	1,78	2,05	2,24	2,90

\* Интенсивность дыхания дана в мл  $\text{CO}_2$  на 100 г абсолютно сухого вещества за 24 час (определение велось при температуре 28—32°). Кислотное число жира дано в мл 0,1 N раствора КОН на 1 г жира. Активность водорастворимой каталазы дана в мл 0,1 N раствора  $\text{KMnO}_4$  за 1 час на 1 г.

чем активность каталазы, так как активность последней снижается медленнее, чем посевные качества семян.

В работе Л. Г. Пискуновой приводятся также интересные данные, указывающие на связь различных режимов хранения семян с их урожайностью.

Рассмотрим данные опытов по хранению семян в течение 1947—1950 гг., которые были проведены нами совместно со Всесоюзной конторой Сортсемеовощ в различных климатических зонах (конторы Московская, Свердловская, Фрунзенская, Курганенская, Елгавская и ряд других (Макаро и Кондратьева, 1962). Семена хранились при переменном режиме, создающемся в соответствии с погодными и климатическими колебаниями температуры и относительной влажности воздуха. В течение трех лет хранения велись систематические наблюдения за равновесной влажностью и всхожестью семян в связи с режимом складских помещений. Наиболее неблагоприятное сочетание относительной влажности воздуха с

его температурой оказалось на складах Сортсеменовщ в Адлере, где температура колебалась от 7 до 25°, причем преобладала более высокая, а относительная влажность воздуха колебалась от 70 до 90% (с преобладанием 80%). В этих условиях семена капусты сорта Номер первый адлерской репродукции практически потеряли всхожесть, в то время как те же семена за этот же период хранения в условиях Московской области при относительной влажности воздуха 75—80% и колебаниях температуры от —2° до —4° (в зимние месяцы) и до 20,8° (в июле) понизили всхожесть с 90 до 60%. В тех же условиях семена капусты московской репродукции сохранили всхожесть на уровне исходной (рис. 15).

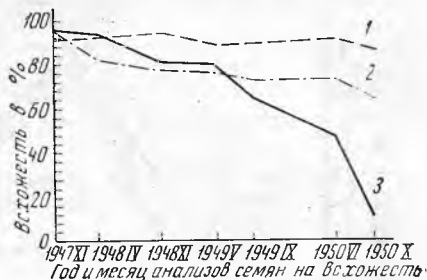


Рис. 15. Влияние условий хранения и места выращивания семян капусты сорта Номер первый на их всхожесть (в %):

1 — хранение в Москве семян, выращенных в Московской области, 2 — хранение в Москве семян, выращенных в Адлере, 3 — хранение в Адлере семян, выращенных там же

Результаты хранения семян на остальных базах в кратких чертах сводятся к следующему. Равновесная влажность семян колебалась в зависимости от культуры и места хранения, в основном величина ее составляла 8—11%. Более высокая влажность семян наблюдалась лишь у отдельных культур: лука, свеклы, отчасти моркови, причем лишь в периоды наибольшей относительной влажности воздуха (табл. 16).

Таблица 16

Предельные колебания влажности и всхожести семян различных культур на разных базах хранения Сортсеменовщ, %

Культуры	Московская база		Елгавская база		Фрунзенская база		Курганская база	
	влажность	всхожесть	влажность	всхожесть	влажность	всхожесть	влажность	всхожесть
Морковь	9,7—12,3	74—82	8,5—10,6	82—94	7,5—9,2	84—91		
Турнепс	7,6—8,9	81—92	7,3—9,6	70—85	6,5—12,8	96—98		
Брюква	8,7—12,0	95—98	8,6—10,5	90—97				
Капуста	7,5—9,5	88—92	7,2—11,0	91—98				
Огурцы			8,5—9,3	95—98	6,9—12,4	95—97		
Тыква					7,4—10,3	97—96		
Арбуз							8,9—13,3	93—91
Лук					8,6—11,4	85—91	11,2—12,8	84—73
Свекла			9,8—12,1	85—94			10,4—13,8	70—93
Салат							7,7—12,2	91

На Свердловской базе влажность семян колебалась у турнепса от 7,4 до 11,2%, у лука-батун — от 10,2 до 13,6%, у репы — от 8,0 до 11,6%; всхожесть семян этих культур колебалась соответственно от 99 до 97%, от 85 до 81%, от 97,5 до 98%.

Потери сухих веществ к концу первого года хранения были очень невелики, а после трехлетнего — значительно увеличились и составили у лука-батун 0,90%, у капусты —

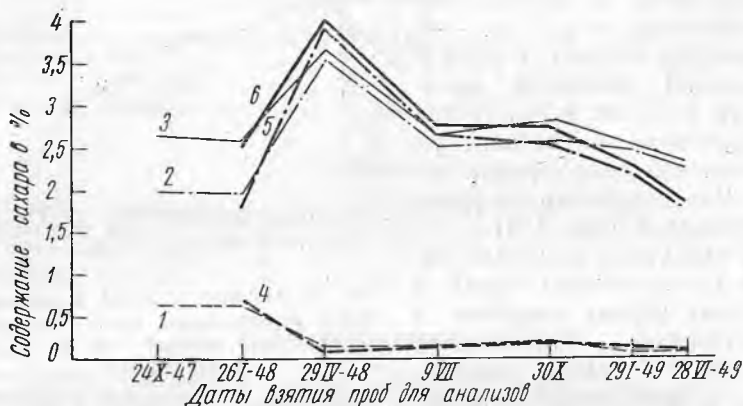


Рис. 16. Изменение содержания сахаров в семенах капусты сорта Номер первый при хранении их на складе Сортсеменовощ в Москве: 1—3 — семена адлерской репродукции; 4—6 — семена московской репродукции; 1, 4 — моносахара, 2, 5 — дисахара, 3, 6 — сумма сахаров

0,67% (Свердловская база), у турнепса — 0,65%, моркови — 0,70% и огурцов — 0,55% (Елгавская база). Наименьшие потери сухих веществ у семян наблюдались при хранении их на Московской базе.

Изучение изменения количества сахаров при хранении на Московской базе семян капусты сорта Номер первый показало заметное снижение моносахаридов весной, в период начала подъема температур в хранилище. Одновременно в результате гидролиза полимерных соединений типа крахмала возрастало количество дисахаров и общей суммы сахаров. К концу периода хранения содержание суммы сахаров и дисахаров уменьшалось с одновременной убылью сухих веществ, очевидно, в связи с потерей их в процессе дыхания (рис. 16).

В. Н. Курдиной (1963) приводятся данные по величине потери сухих веществ на дыхание в зависимости от различных условий хранения. Наилучшие условия хранения для семян капусты, лука, огурцов и томатов при относительной влажности воздуха 50—60% и температуре близкой к 0°C.

Таким образом, в настоящее время по вопросу о равновесной и критической влажности овощных семян накоплен значительный материал. Сопоставляя полученные данные с нормативами влажности семян по ГОСТу 2559—55 (табл. 17), нетрудно видеть, что последние завышены и нуждаются в пересмотре как в сторону их снижения, так и дифференциации по культурам.

Таблица 17

**Нормативы влажности семян овощных культур по  
ГОСТу 2559—55**

Культура	Влажность, %
Баклажаны	12
Брюква, дыня, кабачки, капуста, кольраби, кресс-салат, лук, морковь, огурцы, перец, помидоры, репа, салат, турнепс, тыква . . . . .	13
Арбуз, артишок, пастернак, петрушка, базилик огородный, майоран, эстрагон . . . . .	14
Свекла, скорцонер, шпинат, щавель . . . . .	15
Кукуруза, горох, фасоль, бобы . . . . .	16

Как видно из данных, приведенных в табл. 17, в группы с одинаковым процентом влажности вошли семена, значительно отличающиеся друг от друга по биологическим и физиологическим особенностям.

В связи с этим многие авторы предлагают новые нормативы влажности для семян, сдаваемых на хранение (Каширина, 1950; Макаро и др., 1956, 1962; Алексеева, 1963б; Близнякова, 1965 и др.). Рекомендуемые изменения во влажности семян колеблются по абсолютным величинам, но совпадают по относительным их границам по культурам и ниже соответствующих процентов по ГОСТу.

Доведение влажности семян до желаемого уровня может быть легко достигнуто как путем их искусственной досушки, так и в естественных условиях, при прогревании на солнце (Лаптев, 1939; Слободяник, 1957; Алексеева, 1963а; Ракигин, 1963; Филимонов, 1964, Липинский, 1965; Алексеева и Трисвятский, 1966 и др.).

Нами выяснялся вопрос о том, как влияет на жизнеспособность семян капусты сорта Номер первый при хранении их физиологическое состояние в момент уборки, местоположение на кусте, сроки уборки и дозаривания и место выращивания (табл. 18).

Как видно из данных табл. 18, всхожесть семян, выращенных в горных условиях, является более устойчивой. Кроме того, видно, как сильно понизилась всхожесть тех семян, которые были убраны в ранние фазы созревания, несмотря на их высокую исходную всхожесть.

Изменение всхожести семян капусты при хранении их  
в течение полутора лет при температуре 14—20°  
и влажности воздуха 70—80%

Сроки взятия проб	Фазы созревания	Всхожесть, %			
		до хранения		после хранения	
		семена, получен- ные в при- морской части Адлера	семена, получен- ные в гор- ных районах Адлера	семена, получен- ные в при- морской части Адлера	семена, получен- ные в гор- ных районах Адлера
16/VI	Переход от молочной спелости к восковой	75	92	30	55
19/VI	Восковая спелость	86	95	50	83
24/VI	Переходная к убороч- ной	87	98	60	85
20/VI	Уборочная	89	—	90	—

Большие различия в жизнеспособности семян за тот же срок хранения и при тех же условиях были обнаружены в зависимости от времени уборки семенников и их дозаривания (табл. 19).

Таблица 19

Влияние времени уборки семенников капусты сорта  
Номер первый и их дозаривания на всхожесть семян  
при хранении их в течение полутора лет

Место выращи- вания семенников	Время уборки	Варианты опыта	Ярусы	Всхожесть, %	
				до хра- нения	после хране- ния
Колхоз имени Ленина	27. VII	Без дозаривания	Верхний	91	2
		» »	Нижний	99	12
Экспериментальная база НИИОХ	2. VIII	Дозаривание с 27/VII по 8/VIII	Верхний	96	100
		То же	Нижний	100	100
		Без дозаривания	Верхний	90	63
		» »	Нижний	63	—
То же	10. VIII	Дозаривание с 2/VIII по 9/VIII	Верхний	100	100
		Без дозаривания	Верхний	98	98
		» »	Нижний	99	91
		Дозаривание с 10/VIII по 14/VIII	Верхний	98	99
		» »	Нижний	100	99

Опыты показывают, что и при ранних сроках уборки (что нередко практикуется по хозяйственным соображениям, а в условиях Адлера и с целью избежать заражения семян альтернарией) дозаривание семенников позволяет получить се-



мена с высокой жизнеспособностью даже и после продолжительного срока хранения.

Результаты опытов показывают также, что оценка качества посевного материала только по величине исходной всхожести является недостаточной. Необходимы дополнительные данные как в отношении крупности семян, так и времени их сбора.

Таким образом, изучение физиологии семян овощных, бахчевых и других культур позволило разработать и внедрить в практику целый ряд методов более рационального хранения семян, ускорения их прорастания, закалки, стимуляции и прочих мер, обеспечивающих повышение урожая различных культур и улучшение его качества.

## ЛИТЕРАТУРА

- Агнистова В. Н., Муромцев Г. С. Физиол. раст., 1967, 3. Александрова Н. Е. Докл. ТСХА, 1967, 132. Алексеева Л. В. Докл. ТСХА, 1963а, 88; 1963б, 93; Природа потерь семян овощных культур при хранении и пути их сокращения. Автореф. канд. дисс. М., 1965. Алексеева Л. В., Трисвятский Л. А. Картофель и овощи, 1966, 11. Алексеев Р. В., Еремич К. А., Петренко Ю. Д. Сб. «Материалы XX научной конференции Волгоградского пединститута». Волгоград, 1965. Айзенштат Я. С. ДАН СССР, 1954, 97, 5; Вестник с.-х. наук, 1960, 5. Алпатов А. В. Агробиол., 1953, 2. Алпатов А. В., Соловьева Н. А., Юрьева Н. А., Агробиол., 1965, 5. Андросова М. П. Вестник с.-х. науки, 1940, 3. Анели Н. А. ДАН СССР, 1940, 28, 2. Бадина Г. В. Овощная фасоль. Лениздат, 1961. Балашов Т. Н. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1957, 31, 2. Бамберг Т. Изв. АН ЛатвССР, 1960, 6. Барсуков Л. Н., Забавская К. М. Агробиол., 1953, 5. Белик В. Ф. Физиол. раст., 1963, 10, 1; Научн. тр. Н.-и. ин-та овощн. х-ва, 1965, 3. Белик В. Ф., Подмогаева М. И. ДАН СССР, 1954, 98, 2; Агробиол., 1960, 5. Беляк Б. Н., Голубова С. Е. Тез. докл. научн. конф. 15—18 июня 1965 г. вып. 4. Харьков, 1965. Беляев Н. В. Сб. «Вопросы физиологии и биохимии культурных растений», 1. Кишинев, 1962. Березина Н. М., Щибря Г. И., Риза-Задя Р. Р. Вестник с.-х. науки, 1962, 12. Благовещенский А. В. Тр. Главн. бот. сада, 1953; 3; Сб. «Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений». М., «Наука», 1964. Благовещенский А. В., Кологривова А. Ю. ДАН СССР, 1945, 48, 8. Благовещенский А. В., Колобкова К. В., Кудряшова Н. А. Тр. Главн. бот. сада, 1951, 2. Близнякова А. Картофель и овощи, 1965, 11. Блузманас П. И. Сб. «Рост растений». Львов, 1959. Бойчук О. Б. Укр. бот. журн., 1960, 17, 5. Брежнев Д. Д. Селекция и семеноводство, 1939, 5; Вестник с.-х. науки, 1958, 10; 1959, 7. Брезгунов И. М., Дегтярева З. И. Плодоовощное х-во, 1938, 2. Бреславец Л. П., Березина Н. М. и др. Биофизика, 1960, 5, 1. Бритиков Е. А. Физиология опыления и оплодотворения у растений. М., «Знание», 1957. Будурян Н. Н. Сб. «Вопросы физиологии и биохимии культурных растений», 1. Кишинев, 1962; Изв. АН МолдССР, 1962а, 6. Будурян Н. Н., Беляев Н. В., Кандина Г. В. Сб. «Вопросы физиологии и биохимии культурных растений», 1. Кишинев, 1962. Быстров Б. А., Павлова А. П., Фалькенберг Э. А. Физиол. раст., 1956, 3, 3. Быстров Б. А., Павлова А. П. Физиол. раст., 1964, 11, 6. Веселовская М. А. Выращивание бахчевых культур на Алтае. Барнаул, 1956. Вернер А. Р., Тропина Л. П., Половинко Г. П. Сб.

«Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Владимирова З. Л. Реф. докл. ТСХА, 1952, 16. Власюк П. А., Дарменко М. С., Кошлак А. Я. Сб. «Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Волков В. Я. Бюлл. научн.-техн. информации Уральск. ЦИИСХ, 1. Свердловск, 1956. Воронова А. Е. Новые способы выращивания теплолюбивых растений. Курганское обл. изд-во, 1950. Сб. «За обилие картофеля и овощей». М., Сельхозгиз, 1955. Газенбуш Н. К. Докл. ТСХА, 1949, 9. Генкель П. А. Тр. Моск. дома ученых. М.—Л., 1937; Биология в школе, 1962, 1. Генкель П. А., Марголина К. П. Тр. Ин-та физиол. раст., 1949, 6, 2; ДАН СССР, 1951, 76, 4. Генкель П. А., Кушнirenко С. В. Физиол. раст., 1959, 6, 4; Холодоустойчивость растений и термические способы ее повышения. М., «Наука», 1966. Генкель П. А., Цветкова И. В. ДАН СССР, 1950, 74, 5. Георгиева Р. Агробиол., 1958, 5. Гикало Г. С. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1966, 38, 1. Главинич Р. Сб. «Морфогенез растений». 2. Изд-во МГУ, 1961. Глушченко И. Е. Агробиол., 1957, 1. Голиков В., Долгих С. Т. Сельское хозяйство Подмосквья, 1961, 1. Голубинский И. Н. Агробиол., 1948, 1. ГОСТ 2559—55. Гос. стандарт. Семена овощных, бахчевых культур и кормовых корнеплодов. Гребинский С. О., Цибух В. Г. Сб. «Предпосевное облучение семян с.-х. культур». М., Изд-во АН СССР, 1963. Грушвицкий И. В., Агнаева Е. А., Кузина Е. Ф. Бот. журн., 1963, 48, 10. Грушвицкий И. В., Лимарь Р. С. Бот. журн., 1965, 50, 2. Дворников П. И., Якимов Л. М. Тр. Кишиневск. с.-х. ин-та, 1963а, 30, 2; Тр. Кишиневск. с.-х. ин-та 1963б, 30, 2. Демина О. К., Погосов Э. К. Физиол. раст., 1955, 2, 8. Дорожкин Н., Стрельская О. Картофель и овощи, 1965, 11. Евтихевич В. Г. Автореф. канд. дисс. Мичуринск, 1963. Евтушенко М. В. Сб. «Выращивание овощей». М., Сельхозгиз, 1959. Елисеев Э. И. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозгиз, 1961. Еременко Л. А. Агробиол., 1950, 6. Ермакова В. Е. Изв. ТСХА, 1967, 2. Загородный Г. П., Султанов З. Д. Тр. Дагестанск. с.-х. ин-та, 9. Махач-Кала, 1956. Зауралов О. А. Физиол. раст., 1957, 4, 6; Тр. Вост.-Сиб. АН СССР, 1962, 35. Захаревич С. Ф. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1959, 32, 3. Иванов С. Л. Образование и превращение масла в растении. Известия Моск. с.-х. ин-та, 1912; Усп. соврем. биол. 1946, 22, 2(5). Изаков Ф. Я., Логинова Т. Я., Басов А. М. Сад и огород, 1958, 4. Кандина Г. В. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1958, 5; Сб. «Вопросы физиологии и биохимии культурных растений», 1. Кишинев, 1962. Каргополова Н. А. Сб. «Микроэлементы в сельском хозяйстве и медицине». Изд-во АН ЛатвССР, 1956. Каширина Л. Ф. Автореф. канд. дисс., 1950. Квасников Б. В., Долгих С. Т. Вестник с.-х. науки, 1965, 10. Кедров-Зихман О. О. Сб. «Биох. и физиол. раст.». Изд-во АН БССР. Минск, 1958. Кемпка А. Сб. «Обмен опытом получения высоких урожаев овощей». Материалы совещания с участием представителей стран народной демократии. Изд-во МСХ СССР, 1958. Кныш А. Н. Селекция и семеноводство, 1958, 1. Кисимова Л. А. С.-х., биология, 1966, 1, 4. Коженьяну Н. Биол. журн. Румынской Народной Республики, 1954, 3. Кондак М. А., Вечерский П. О. Картофель и овощи, 1962, 3. Кононов П. Ф., Токмаков Ю. Г. Агробиол., 1965, 2. Кретович В. Л. Физиолого-биохимические основы хранения зерна. М.—Л., Изд-во АН СССР, 1945. Крокер В., Бартон Л. Физиология семян. М., ИЛ, 1955. Кротова О. А. Сад и огород, 1957, 9; Сб. «Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Кружильин А. С., Белик В. Ф. ДАН СССР, 1951, 81, 4; Агробиол., 1953, 3. Курдина В. Н. Докл. ТСХА, 1961, 62; Изв. ТСХА, 1963, 4; 1967, 2. Курсанов Л. И., Комарницкий Н. А. и др. Ботаника, М., Учпедгиз, 1950. Курсанов А. Л., Вартапетян Б. Б. Физиол. раст., 1956, 3, 3. Кузин А. М. Вестник с.-х. науки, 1960, 7; Сб. «Предпосевное облучение семян сельскохозяйственных культур». М., Изд-во АН СССР,

1963. Кузнецова М. Сад и огород, 1959, 3. Кулик М. И. ДАН СССР, 1961, 138, 1. Кутумов М. И. За устойчивые урожаи овощей. Овощеводство открытого грунта. М., Сельхозгиз, 1957. Кушниренко С. В. Физиол. раст., 1958, 5, 3. Кушниренко С. В. Автореф. канд. дисс. М., 1962. Кушниренко С. В., Морозова Р. С. Бот. журн., 1963, 48, 5. Ламбрев Ж. Агробиол., 1959, 3. Лаптев И. И. Овощеводство, 1939, 7. Лебл Д. О. Автореф. канд. дисс. М., 1954. Липинский Ф. Б. Докл. ТСХА, 1965, 114. Литвиненко А. И. Булл. научно-техн. информации Укр. НИИ овощеводства и картофеля, 1957, 3. Лубенец Г. С. Сб. «Выращивание овощей». М., Сельхозгиз, 1959. Луковникова Г. А. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозгиз, 1961. Люкова Л. А. Физиол. раст., 1958, 5, 1. Маджарова Д. Агробиол., 1962, 5. Макаро И. Л. Селекция и семеноводство, 1950, 11. Макаро И. Л., Кондратьева А. В. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960а; Сб. «Новое в овощеводстве». М., Сельхозгиз, 1960б; Повышение продуктивности семян овощных культур. М., Сельхозгиз, 1962. Макаро И. Л., Кондратьева А. В. и др. Тр. совещ. по морфогенезу растений, 2. Изд-во МГУ, 1959. Макаро И. Л., Слободяник Н. И., Герасимов Б. А., Осницкая Е. А. Повышение полевых качеств семян овощных культур. М., Сельхозгиз, 1956. Мартынова К. Л., Губанова З. П., Журихин В. К. Физиол. раст., 1961, 8, 5. Матухин Г. Р., Цюрупа Ф. Н. Сельское х-во Сев. Кавказа, 1960, 7. Мегердичев Е. Я. Сб. трудов аспирантов и молодых научных сотрудников, 6 (10). Л., Изд-во ВИР. 1965. Медведев Ж. А. ДАН СССР, 1957, 114, 2. Милованова Л. В. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозгиз, 1961. Миронова М. И. Уч. зап. Карело-Финского ун-та, 1953, 5, 3. Мичурин И. В. Сб. «Мичурин в плодководстве». М., Сельхозгиз, 1934; Семена, их жизнь и сохранение до посева. Соч., т. 1. М., Сельхозгиз, 1948. Моисеев К. А., Александрова М. И. Тр. Коми филиала АН СССР, 11. Сыктывкар, 1961. Мутафян Е. М. Изв. АН АрмССР, сер. биол. науки, 1965, 18, 1. Мухин В. Д., Борисов А. А. Докл. ТСХА, 1967, 132. Наугольных В. Н., Пронина Н. И. Тр. Ин-та физиол. раст., 1949, 6, 2. Науменко С. И. Плодоовощное х-во, 1938, 2. Незговоров Л. А., Соловьев А. К. Физиол. раст., 1957, 4, 6; 1958, 5, 5. Незговоров Л. А., Ибрагимов Ш. И., Соловьев А. К. Физиол. раст., 1961, 8, 3. Николаева М. Г. Физиология глубокого покоя семян. Автореф. докт. дисс. Л., 1966. Николаева М. Г., Каткевич Ю. Ю. Физиол. раст., 1961, 8, 1. Нобору, Ягсита. Агробиол., 1960, 6. Нужнова Т. И. Сб. работ Ин-та прикладной зоологии и фитопатологии, 4. М.—Л., Сельхозгиз, 1956. Паламарчук А. С. Селекция и семеноводство, 1959, 4. Пельших И. Картофель и овощи. М., «Колос», 1967, 3. Переверзева Г. И. Докл. ТСХА, 1965а, 103; 1965б, 111. Петербургский А. В. Сахарная промышленность. 1951, 5. Петроченко У. А. Физиол. раст., 1961, 8, 6. Пискунова Л. Г. Изучение некоторых биологических свойств и физиологических процессов в семенах овощных и бахчевых культур при хранении. Автореф. канд. дисс. Харьков, 1965. Поляков И. М., Дмитриева А. Н., Здрилько А. Ф. Тр. Укр. ин-та растениеводства, селекции и генетики, 1959, 4. Поляков И. М., Кизилова Е. Г., Шмагина М. А. Сб. «Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений». М., «Наука», 1964. Попцов А. В. Биология затрудненного прорастания семени. М., 1965. Приезжева Л. Г., Алексеева Л. В. Докл. ТСХА, 1965, 2. Разумов В. И. Тр. по прикл. бот., ген., и сел., 1957, 31, 2. Ракитин Ю. В. Усп. соврем. биол., 1953, 36, 3(6). Сб. «Научные основы защиты урожая». М., 1963. Раудсеп А. М. Сб. «Опыт овощеводов закрытого грунта». М.—Л., Сельхозгиз, 1957. Реймерс Ф. Э. Плодоовощное х-во. М., Сельхозгиз, 1938, 12; Вестник с.-х. науки, овощеводство и картофелеводство, 1940, 5. Ренард К. Г. Тез. докл. научн. конф. Омского с.-х. ин-та. Омск, 1958. Репин А. Н., Тишков С. И. Докл. ВАСХНИЛ, 1939, 17. Риза-За

де Р. Р. Сб. «Биологические основы повышения качества семян сельскохозяйственных растений». М., «Наука», 1964. Родионов В. К. Влияние предпосевной подготовки семян на рост, развитие и урожай огурцов, тыквы и томатов. Автореф. канд. дисс. Мичуринск, 1966. Родионов В., Петров Х., Димитрова В. Физиол. раст., 1966, 13, 1. Рубин Б. А. Физиология растений. М. «Советская наука», 1956. Семеновко Г. И., Тимашева О. А. ДАН СССР, 1953, 93, 1; Тр. НИИ биологии и биол. ф-та Харьковского гос. ун-та, 1956, 15. Сидорский А. Г. Уч. зап. Горьковского ин-та 1963, 63; Радиобиология, 1965, 4. Синото И. Изв. АН СССР, сер. биол., 1956, 3. Сиртаутайте С. С. Докл. ТСХА, 1965, 114. Слободяник Н. И. Бюлл. научно-техн. информации НИИ овощного хозяйства, 1957, 2. Тамберг Т. Г. Уч. зап. ЛГУ, 1951, 26, 139. Тарбаева Л. П. Сб. «Морфогенез растений», 2. Изд-во МГУ, 1961. Тер-Аванесян Д. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1949, 28, 2; ДАН СССР, нов. сер., 1950, 74, 3; Опыление и наследственность изменчивости. Роль количества пыльцы в опылении и наследственной изменчивости. М., «Советская наука», 1957. Тетюрев В. А. Бот. журн., 1938, 23, 5—6. Тимирязев К. А. Сб. «Дарвинизм и селекция». М., Сельхозгиз, 1937. Троицкий Д. С. Сад и огород, 1959, 4. Тропина Л. П. Тр. Центр. Сиб. бот. сада, 1961, 5. Турбин Н. В. Журн. общ. биол., 1952, 4; Сб. «Рост растений». Изд-во ЛГУ, 1959. Турбин Н. В., Богданова Е. М. Агробиол., 1948, 1. Турбин Н. В., Нарбут С. И. Вестник ЛГУ, 1953, 1. Туркевич Н. В. Тр. Бот. сада Киевского ун-та, 1952, 22. Тропина С. М. Некоторые физиологические особенности разных по холодостойкости сортов огурца. Автореф. канд. дисс. М., 1966. Файзиев Х. С. Тр. Ташкентского с.-х. ин-та, 1964, 16. Феофанова Н. Д. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1961, 34, 2. Филимонов М. А. Сб. «Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Христева Л. А. Докл. ВАСХНИЛ, 1948, 7. Цингер Н. В. Семя, его развитие и физиологические свойства. М., Изд-во АН СССР, 1958. Цытович К. И. ДАН УзбССР, 1953, 9; Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1957, 31, 2; 1961, 34, 2; 1965, 37, 2. Цзу Дэй-мин, Чжао Юй-шен. Изв. АН СССР, сер. биол., 1956, 3. Цзу Дэй-мин, Ляэн Чжэн-нан. Изв. АН СССР, сер. биол., 1956, 4. Черткова М. А. Бюлл. научно-техн. инф. Якутского НИИ сельск. х-ва. Якутск, 1957. Чижов С. Т. Изв. ТСХА, 1961, 3. Чулков Н. И. Сб. «Овощеводство открытого грунта». М., Сельхозгиз, 1957. Шахов А. А., Каплина Г. Т., Юсупов М. З. Сб. «Физиологические вопросы северного растениеводства», 5. М., «Наука», 1965. Шведская З. М., Кружилин А. С. Физиол. раст., 1961, 8, 5. Широков Е. П. Докл. ВАСХНИЛ, 1957, 2. Шунин К. А. Выращивание помидоров посевом семян в грунт в условиях нечерноземной полосы с применением всходозащитной бумаги. Автореф. канд. дисс. М., 1954. Шутов Д. А., Беляев Н. В., Кандина Г. В. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1955, 2. Шутов Д. А., Беляев Н. В. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1959, 3(57). Шибря Г. И. Сб. «Предпосевное облучение семян с.-х. культур». М., Изд-во АН СССР, 1963. Щупак К. Д. Ежемес. научно-произв. журн. Минист. сельск. х-ва МолдССР, 1957, 10; Тр. Молд. НИИ орошаемого земледелия и овощеводства 1961, 3. Щупак К. Д., Загинайло Н. Н. Тр. Молд. овощ.-картоф. оросительной опытной станции. Кишинев, 1956. Эльпинер И. Е. Сб. «Биологические основы повышения качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Ягодин Б. А. Сб. «Роль микроэлементов в сельском хозяйстве». Изд-во МГУ, 1961. Ягодин Б. А., Полканова З. А. Сб. «Роль микроэлементов в сельском хозяйстве». Изд-во МГУ, 1961. Barton L. V. Contrib. Boyce Thoms. Inst. 1966, 23, 8. Seed — Preservation and Longevity. London, 1962. Barton L. V., Bray J. L. Contrib. Boyce Thoms. Inst. 1967, 23, 9. Bernhard R. A. Bot. Gaz. 1959, 121, 1. Boswell V. R., Toole E. H., Toole V. K., Fisher D. F. Tech. Bull. U. S. Dep. Agric., 1940, 708. Bremer H. Chemische Behandlung des Gemüsesaagutes Gartenbaumwirtschaft, 1957, 8. Cox L. G., Munger H. M., Smith E. A. Plant physiol.

1945, 2. El. Murabaa A. I. M. Meled. Landbouwhogeschool Wageningen, 1957, 57, 4. Gane R. The effect of temperature, water content and composition of the atmosphere, of the viability of carrot, onion and parsnip seeds in storage. University of Cambridge, 1947. Hesse R. Flora, 1952, 139. Kahn A. Plant. Physiol., 1960, 35, 3. Kaufmann E. Planta, 1943, 33, 4. Kotowski F. American. Soc. Hort. Sci., 1926. Lazič B., Kovacev D. Savremena poljopr., 1966, 14, 9. Litynski M. Roczniki Nauk rolniczych., 1957, 76, 2. Маджарова Д. Известия на централния научноизследователски институт по растениевъдство. София, 1961. Mayer A. M. Physiol. Plant., 1954, 7, 4; Nature, 1959, 184, 4689. Nakamura S., Okasako J., Jamada E. J. of the Horticultural Association of Japan, 1955, 24, 1. Odland M. L. Proceed. of the Amer. Soc. for Horticultural Sci., 1937, 35. Pisani P. L. Riv. ortoflorafruttic ital. An. 1959, 43, 3—4. Robinson R. W. Bot. Rev., 1954, 20, 9. Söding H., Bömeke H., Funke H. Planta, 1949, 37, 4. Toole E. Y. Leaf! U. S. Dep. Agr. 1942, 228, Proc. Int. Seed Test. Ass., 1957, 22. Tomberg A. Archiv. Inst. Physiol., 1950, 8, 2. Vágnarová V. L. Sb. Vysoké Skoly Zeméd. Lesn. Brno. Rada, 1959, 4. Verkerk K. Netherl. J. Agric. Sci., 1957, 5, 1. Walger L. Agrartudomány, 1950, 2, 11.

# ФИЗИОЛОГИЯ ТОМАТОВ, ПЕРЦЕВ, БАКЛАЖАНОВ (овощных пасленовых растений)

---

## Введение

Томаты, перцы, баклажаны и физалис относятся к разным родам одного семейства — пасленовых (*Solanaceae*), к группе двудольных. Все они происходят из южных широт Америки и Азии и в культуре являются однолетними, теплолюбивыми растениями.

По общему габитусу томаты несколько отличаются от других пасленовых культур. Куст их состоит из высокого основного побега (100—150 см), несущего мощные непарноперистые листья, рассеченные на дольки. У северных сортов томатов стебель короче, а листья мельче и светлее, чем у южных. Томаты обладают способностью к регенерации и поэтому дают много боковых побегов.

Листья других пасленовых — перца, физалиса и баклажана — по форме очень сходны между собой; листовая пластинка имеет цельнокройную овальную форму: у перцев она зеленого цвета, а у баклажанов окрашена антоцианом в красновато-зеленый цвет.

По строению цветков все пасленовые культуры мало отличаются друг от друга.

Они являются самоопыляющимися растениями; однако при низкой температуре (ниже 12—14°) и высокой (выше 35°) в сочетании с высокой влажностью воздуха цветки их не опыляются. Некоторые из культур склонны к частичному перекрестному опылению, особенно баклажаны и мелкоплодный перец.

Наиболее резкие различия у пасленовых культур наблюдаются по форме и окраске плодов. Например, у томатов плоды красного и желтого цвета, наполненные сочной мякотью; по структуре к ним близки плоды физалиса и баклажана, но отличаются от них по форме и окраске. Плоды пер-

ца резко отличаются по форме и структуре.

В СССР и других странах наибольшее распространение из обобщенных пасленовых культур получили томаты, в меньшей мере — перцы и баклажаны, и еще меньше — физалис. Все они введены в культуру сравнительно недавно. Например, томаты появились в нашей стране около ста лет тому назад и выращивались только в южных районах — на Украине, в районе Астрахани и др. В конце прошлого столетия томаты начали выращивать в средней полосе, под Москвой и других областях, однако вследствие отсутствия приспособленных к этим условиям сортов, томаты в то время не получили здесь широкого распространения. Благодаря ценным вкусовым и питательным свойствам широкая и усиленная работа селекционеров и практиков овощеводства началась с томатами раньше, чем с другими пасленовыми культурами. В результате этого за последние 50 лет томаты стали культурой, распространенной не только на юге и в центральной полосе СССР, но уже выращиваются под Архангельском. Томатные растения оказались весьма пластичными и сравнительно легко изменчивыми; это позволило вывести новые сорта и разработать приемы агротехники, обеспечившие успешное выращивание томатов как на юге, так и на севере. В последние годы на север успешно стал продвигаться сладкий перец.

Химический состав плодов овощных пасленовых богат и разнообразен: в них содержится много сахаров, различных орга-

Таблица 20

Содержание (% на сырое вещество) важнейших соединений в плодах пасленовых культур (по Левитину, 1950; Соловьевой, 1959; Арасимович и др., 1961).

Культуры	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Белок, %	Органич. кислоты (яблочн. и лимон.), %	Аскорбин. кислоты, мг %	Каротиноиды, мг %	Пектиновые вещества, %
Томаты	4,5—8,1	1,9—4,9	0,55—1,65	0,3—0,5	12—35,7	10,2	0,13—0,23
Перец	8,6—15,3	4,2—7,4	1,32	0,16—0,5	145—400	3,7—16,7	0,36—1,25
Баклажаны	6,0—13,5	2,2—4,6	0,3—1,5	0,13—0,24	3—6	—	—
Физалис	13,3—16,5	3,3	—	0,25—1,5	33,7—44,7	—	—

нических кислот (особенно яблочной, лимонной) витаминов, солей и пр. Перцы содержат много аскорбиновой кислоты, сахаров, каротиноидов, органических кислот (табл. 20).

В растениях и плодах пасленовых содержится также много других соединений, роль которых пока еще слабо изучена. Например, в плодах томата накапливается гликоалкалоид «томатин»; в плодах перца имеется «капсаицин» (Прокошев, 1952, 1956). Изменение количества томатина имеет онтогенетическую закономерность: количество его в растениях увеличивается до момента плодоношения, а затем содержание его снижается (Тукало, 1958; Addison, 1959), томатином богаты корни, а в плодах он разрушается (Sander, 1957).

## РОСТ И РАЗВИТИЕ ОВОЩНЫХ ПАСЛЕНОВЫХ

### РОСТ РАСТЕНИЙ

Пасленовые культуры отличаются способностью к продолжительному росту и новообразованию органов. Цветение и плодообразование всех пасленовых культур продолжается в течение большей части вегетационного периода, поэтому они имеют потенциальные возможности высокой продуктивности и урожайности, особенно при благоприятном сочетании внешних условий и приемов агротехники. На одном растении томатов могут образоваться сотни плодов, дающие урожай в несколько десятков килограммов.

Семена овощных пасленовых растений очень мелкие и многочисленные (особенно у физалиса и баклажанов). Плацента плодов и околосемянная жидкость содержат много органических кислот, обуславливающих налив семян и предохраняющих их от заболевания и преждевременного прорастания. При температуре от 10 до +40° семена пасленовых сохраняют свою всхожесть до 6—8 лет (Chudoba, Schneider, 1959 и др.).

Семена томатов по принятым в СССР нормам (ГОСТ) должны храниться при следующих условиях: влажность семян 12—13%; температура в хранилище не выше 11—14°; относительная влажность воздуха не более 80%.

После посева во влажную почву семена томатов начинают прорастать при температуре 10—12°, а других овощных пасленовых культур при 13—15°; оптимальной температурой для прорастания является 25—30°. Рост пасленовых культур в полевых условиях лучше всего происходит при 20—30°; при более низких и более высоких температурах он замедляется.

Вент (Went, 1945), Н. И. Якушкина и Б. Е. Кравцова (1953), И. И. Гунар, М. Н. Каспшик и Е. Е. Крастина (1960) установили, что при выращивании рассады томатов наилуч-



шими условиями для ускорения плодоношения является чередование температур: днем 22—25°, ночью 12—15°. Аналогичные данные получены Уитвером и Тьюбнером (Wittwer, Teubner, 1956, 1957). Однако при высокой интенсивности света такой ритм нарушается (Мошков, 1966).

Выведенные А. В. Алпатыевым (19556) северные сорта томатов (Грунтовый Грибовский и др.), в отличие от южных могут расти при более низких температурах, а при наступлении холодов выдерживать кратковременные заморозки до (—5) — (—7)°. Для произрастания растений перцев и особенно баклажанов требуется более высокая температура, а холод они переносят хуже.

Ларсон (Larson, 1957) и К. Д. Щупак (1964) показали, что при пониженных температурах развитие позднеспелых сортов томатов задерживается сильнее, чем раннеспелых, более приспособленных к ранним посевам и северным условиям. По данным Я. Н. Казанович (1962), у раннеспелых сортов интенсивность дыхания более устойчива как при пониженных, так и при высоких температурах. Это следует учитывать при выращивании ранних томатов, когда подбор сортов приобретает большое значение.

Сеянцы пасленовых культур имеют стержневой корень, проникающий у томатов и баклажанов на глубину до метра, а у других пасленовых — до 70—80 см; боковые корни первого порядка простираются горизонтально у томатов в радиусе до 80—100 см, а у других овощных пасленовых — до 50 см.

При рассадной культуре, когда стержневой корень обрывается, главную роль играют его боковые и вновь возникающие придаточные корни, относительно менее длинные, распространяющиеся горизонтально и на меньшую глубину, но зато более многочисленные по количеству. При этом у томатов корни (как и стебли) отличаются более высокой регенерационной способностью, чем у других овощных пасленовых. Корни баклажана отличаются особенной чувствительностью к недостатку в почве влаги, воздуха и питательных веществ.

Форма листьев и их физиологическая активность изменяются у овощных пасленовых по ярусам снизу вверх. По данным М. Ф. Лобова (1957) и Купера (Cooper, 1959), листья, расположенные выше первой кисти, всегда мельче, чем нижние: длина нижних — 22—25 см, а верхних — 15—18 см. Количество листьев, образующихся до цветения, обратно пропорционально интенсивности света: на коротком дне при одинаковой интенсивности света количество листьев не изменяется (Calvert, 1957, 1959). Листья пасленовых растений различаются не только по форме, но и по анатомической структуре: у томатов, например, клетки эпидермиса более крупные, чем у других культур (Романович, 1960).

У сортов северной и южной селекции с одинаковой скоростью созреванием и урожайностью площадь и размер листьев резко различаются: северные сорта отличаются меньшим габитусом куста и меньшей ассимиляционной поверхностью, но более высокой продуктивностью на единицу поверхности в сравнении с южными.

Отдельные листья различаются по активности пероксидазы.

Таблица 21  
Активность пероксидазы в листьях пасленовых (мг % пурпурогаллина)

Ярус листа снизу	Томат сорта Грунтовый Грибовский	Перец Ранний круглый
1-й	—	1,89
2-й	1,09	1,81
3-й	—	1,54
4-й	—	0,89
5-й	0,97	1,04
6-й	—	1,14
7-й (бутонизация)	—	—
8-й	0,88	1,50
9-й (цветение)	—	1,57
10-й	—	1,37



Рис. 17. Содержание аскорбиновой кислоты в листьях томатов разных ярусов по мере роста растения

Для сравнения брались сорта пасленовых (томат и перец), выведенные в одной северной зоне, селекции Грибовской станции (табл. 21).

Как видно из табл. 21, наиболее высокая активность пероксидазы наблюдается в нижних листьях обеих культур.

По другим наблюдениям, содержание аскорбиновой кислоты у томатов возрастает от нижних листьев к верхнему (8—10-му), находящемуся около бутона, а затем снижается (рис. 17). При этом отмечается вариация изменений по отдельным ярусам листьев. При сравнении этих культур между собой видно, что, несмотря на систематическую отдаленность томатов и перцев, они по активности пероксидазы сходны между собой.

По данным М. Ф. Лобова (1957) и К. С. Гарина (1957), у томатов и перцев концентрация клеточного сока от нижних листьев к верхним увеличивается в полтора раза, а в листьях баклажанов она почти не изменяется (табл. 22).

При этом у томата и перца увеличение концентрации клеточного сока начинается с 4-го листа и совпадает с началом дифференциации первых верхних стеблевых почек, т. е. с новым качественным состоянием клеток и тканей. Низкая концентрация клеточного сока в листьях баклажанов косвенно указывает на то, что они, вероятно, более влаголюбивы,

хотя прямых данных об этом пока нет. В. Ф. Белик (1960) установил, что концентрация клеточного сока и сосущая сила в листьях томатов возрастает в процессе их роста. Следовательно, при воздействии на растения в отдельные фазы различными факторами необходимо учитывать физиологическое состояние растений.

Таблица 22

**Концентрация клеточного сока\* в листьях пасленовых растений (% сухого вещества)**

Объект исследования	Ярусы листьев (снизу вверх)						
	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й	7-й
Томаты БК-416	—	10,4	10,6	11,8	11,4	14,4	14,1
Перец сладкий, сорт Новочеркасский 35	10,0	—	10,5	11,6	11,4	14,1	14,3
Баклажан Донской 14	8,6	7,6	9,1	8,1	7,5	8,4	—

\* Фактически определялся весь растительный сок: клеточный, вода и пр.

А. И. Литвиненко (1960) показал, что у томатов продукты ассимиляции из нижних листьев (меченные по  $C^{14}$ ) идут преимущественно к корням, а из верхних — к плодам в процессе их образования. По данным Э. С. Авунджян (1961), удаление части надземных органов (особенно листьев и верхушек побегов) ослабляет использование аминокислот и они накапливаются в корнях. При оптимальной температуре (днем выше  $25^{\circ}$ ) ускоряется рост стебля и заложение первых, самых ранних бутонов; при неблагоприятных условиях формирование органов задерживается. При усиленном фосфорном питании в первый период также ускоряется рост стебля и заложение первых, самых ранних бутонов; при неблагоприятных условиях формирование органов задерживается. При усиленном фосфорном питании в первый период также ускоряется рост стебля и образование первых бутонов; усиление азотного питания замедляет бутонизацию.

### РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ

В природных условиях переход растений от вегетативного роста к образованию генеративных органов (зачатков бутонов и органов цветка), как известно, определяется оптимумом комплекса внешних факторов (температура, свет, питание и др.) при взаимодействии их с внутренними физиологическими процессами. При этом онтогенез растения прохо-

дит через ряд качественных этапов (стадий), внутренних физиолого-биохимических изменений. Поэтому рост и развитие хотя и тесно связаны, но различаются по своей сути.

Некоторые исследователи иногда под развитием понимают прохождение фаз роста (всходы, кущение, стеблевание, колошение, цветение, формирование зачатков плодов или семян) без должного учета роли внешних условий, что недостаточно обосновано. В самом деле, если, например, озимые и двулетние растения в природных условиях не получают холода — пониженных яровизирующих температур, а редис — длинного дня, то такие растения надолго остаются в фазе розетки, не дают стеблей, не зацветают и не формируют плодов (семян), т. е. у них происходит только рост отдельных вегетативных органов, а развитие растений задерживается.

У озимых и двулетних культур отчетливо проявляется реакция на условия яровизации и затем, в зависимости от состояния растений, на условия световой стадии; у пасленовых овощных культур подобные реакции выражены слабо. Для них важнее следующий этап развития, где ведущим фактором является минимальная температура для начала дифференциации конуса нарастания и образования зачатков генеративных органов («физиологический нуль»). Этот этап является важным для всех, в том числе и фотопериодически нейтральных растений: однолетних, озимых, двулетних и многолетних. При более низкой температуре, чем физиологический нуль дифференциация конуса задерживается. Это явление было установлено А. И. Зайцевым (1927) для хлопчатника и Т. Д. Лысенко (1928) для озимых культур. В этот период важную роль приобретает и спектральный состав света.

В этом плане до последнего времени оставалась неясной биологическая природа фотопериодической нейтральности растений. Наши исследования (Кружилин и Шведская, 1966) позволили выяснить условия дифференциации конуса нарастания у различных видов и сортов культурных растений и определить причины фотопериодической нейтральности. Оказалось, что фотопериодическую нейтральность проявляют те растения, у которых конус нарастания дифференцируется и генеративные органы образуются еще при яровизации или очень рано — в первые дни после всходов и даже в темноте.

Среди пасленовых культур имеются сорта, у которых отмечается положительная реакция на благоприятный для их развития короткий день, нейтральные формы (особенно у томатов), и формы, которые лучше реагируют даже на длинный день (вернее укороченный — 13—14 час), выведенные в северной зоне (под Москвой, Ленинградом и др.). Наши опыты с тыквенными растениями (тыква, дыня, огурец), се-

мена которых содержат много питательных веществ, показали, что эти культуры почти не реагируют на продолжительность дня (разница в 2—3 дня), т. е. они нейтральные. Даже с одними семядольными листьями они быстро и с одинаковым успехом зацветали на длинном и коротком дне. Однако удаление даже одного семядольного листа через 2 дня после всходов сильно задерживает рост проростков, хотя почти не влияет на развитие растений (дифференциацию почек и бутонизацию). При появлении настоящих листьев (через 2—3 недели после всходов), когда уже началась бутонизация, удаление даже обоих семядольных листьев не влияет на рост и развитие этих растений.

У пасленовых культур в нормальных условиях роста первые настоящие листья появляются через 8—12 дней, а дифференциация верхушечных почек начинается через 10—15 дней после всходов. Так как дифференциация наступает через несколько дней после появления настоящих листьев, то удаление в это время у них обоих семядольных листьев или первых настоящих листьев мало отражалось на развитии растений; у баклажан без настоящих листьев оно даже ускорило (табл. 23).

Хотя у овощных пасленовых семядольные листья мелкие, и питательных веществ в них содержится мало, они играют важную роль в ростовых процессах: удаление этих листьев

Таблица 23

**Влияние семядольных листьев на развитие пасленовых растений**

Сроки удаления отдельных листьев	Продолжительность жизни семян листьев томата*	Количество дней от всходов до					цветения
		бутонизации	цветения	бутонизации	цветения	бутонизации	
		<i>Томаты</i>		<i>Перцы</i>		<i>Баклажаны</i>	
Контроль, растение со всеми листьями	20—23	22—23	33—34	35—36	54—56	44—45	
Удаление обоих семядольных листьев через 2—3 дня после всходов	2—3	22—23	33—34	39—40	нет данных	54—56	
Удаление семядольных листьев при появлении настоящих листьев	6—7	23—24	34—36	36—37	»	43—45	
Растение с семядольными листьями; удалены все настоящие листья	43—45	23—24	40—60	43—46	»	35—36	

\* У перца и баклажана семядольные листья сохранялись более двух месяцев.

через 2—3 дня после всходов сильно задерживает рост проростков баклажан и перцев даже в условиях длинного дня. При коротком дне рост тормозится еще больше (мало ассимилятов и ростовых веществ). Очевидно, вследствие ослабления роста всех органов (в том числе и зачатков бутонов) срок бутонизации на коротком дне замедляется.

Для перехода растений к дифференциации почек необходим оптимум температуры и определенное количество пластических веществ в листьях или в запасующих органах.

По нашим исследованиям (Кружилин, Эрвальд, 1954), у перцев северного сорта Ранний круглый в период прорастания семян уже имеются зачатки нескольких листьев, а на 5—7-й день после всходов начинается и дифференциация почек; поэтому реакция на короткий день у растений этого сорта обнаруживается лишь в первые дни после всходов, а затем проявляется фотопериодическая нейтральность.

В период прохождения 3-й стадии развития важную роль играет не только температура (физиологический нуль), но и спектральный состав света. На 4-й стадии развития ведущую роль играет интенсивность света.

Нашими опытами установлено (Кружилин, Шведская, 1966), что после прохождения световой стадии многим двулетним растениям и томатам необходим сине-фиолетовый свет; под лучами зеленого света их развитие значительно задерживается. Проявление этого качества в онтогенезе можно отнести к новому этапу — «спектростадии», отмеченному ранее на злаках Струном (Stroun, 1958) и Ф. М. Куперман (1961).

В. А. Новиков (1956), В. А. Кудрявцев (1955, 1959) и З. И. Шаньгина (1956) показали, что наибольшую чувствительность к недостатку освещения томаты проявляют с момента начала дифференциации первых стеблевых почек и образования тетрад материнских клеток пыльцы (4-я стадия). Продолжительность этой стадии около 10 дней. Особенно чувствительны к недостатку света оказались южные более светолюбивые сорта томатов (например, сорт Волгоградский в сравнении с сортом Полярный). Недостаток освещения отрицательно влияет на формирование не только первой, но и последующих кистей и приводит к опадению бутонов. Дополнительное освещение перед началом цветения ускоряло последующее цветение и увеличивало урожай плодов томатов.

#### **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА СВЕТА НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ**

Так как все пасленовые растения происходят из южных широт и приспособлены к высокой интенсивности света, с преобладанием коротковолновой сине-фиолетовой радиации,

то уже в первый период жизни после всходов они оказываются чувствительными к этому свету. Мы проводили опыты с круглосуточным освещением томатов разнокачественным люминесцентным светом примерно одинаковой интенсивности (14—18 тыс. эрг): томаты сорта Бизон 639 выращивались в течение 15 дней после появления всходов при свете различного качества, а затем переводились в условия естественного освещения; оказалось, что растения, освещавшиеся синим светом, развивались быстрее, чем получавшие красный и зеленый свет (табл. 24).

Таблица 24

**Влияние спектрального состава и интенсивности света на развитие томата Бизон 639**

Качество света и лампы	Интенсивность света, тыс. эрг/см <sup>2</sup> сек	Продолжительность освещения, час	Количество дней от всходов до	
			бутонизации	цветения
Дневной свет (лампы ДС-30)	14—18	24	29—31	36—38
Зеленый свет (К-35)	12—14	24	46—48	не цвели
Синий свет (Л-30)	18—20	24	26—27	34—36
Красный свет (Л-37)	12—14	24	31—33	38—42
Неоновый интенсивный (НД-2)	89—90	24	17—18	27—29
	50—60	24	19—21	30—32
То же	50—60	18	23—25	32—35

Растения под синим светом развивались так же быстро, как под лампами дневного света; для наступления бутонизации было достаточно двух недель воздействия после всходов. Однако наиболее быстрое зацветание растений отмечалось под ксеноновыми лампами высокой интенсивности (см. ниже). Даже неблагоприятный для томатов по спектру красный, но интенсивный свет неоновых ламп значительно (на 6—8 дней) ускорял развитие растений (в сравнении с растениями, получавшими свет от ламп дневного света), хотя они несколько вытягивались и слабо цвели (стерильность); при этом нижняя сторона листьев была густо фиолетовой. Наиболее полноценными по габитусу были растения, выращенные под ксеноновыми и синими лампами; на 18-часовом дне растения лишь немного отставали в развитии от растений, освещавшихся круглосуточно. На 7-часовом дне под синим и неоновым светом растения слабо росли и не бутонизировали. Следовательно, хотя синий свет является наиболее важной частью спектра дневного света для роста и развития томатов (в том числе для дифференциации конуса нарастания), все же при высокой интенсивности и длительном освещении (более 16—18 час в сутки), когда растение получает и ак-

кумулярует много световой энергии, эти процессы ускоряются при любом свете (даже зеленом). Как установил Б. С. Мошков (1966), это происходит за счет усиления ростовых процессов во всех органах, на всех этапах (фазах) онтогенеза растений. При этом сглаживаются различия между длиннодневными и короткодневными видами растений.

И. В. Полумордвинова (1964) также показала, что при интенсивности освещения 17—22 тыс. *эрг* наиболее быстрое развитие томатов (дифференциация почек и бутонизация) происходило при дневном и синем свете даже на 8-часовом дне. По данным Клейна (Klein, 1965), усиление или ослабление ультрафиолетового света в составе белого тормозит рост томатов. Известно также, что в горных районах сильный УФ-свет тормозит рост растений.

Таблица 25

**Влияние освещения ксеноновыми лампами  
разной интенсивности на развитие томатов**

Интенсивность света, тыс. <i>эрг/см<sup>2</sup>сек</i>	Продолжитель- ность освещения, <i>час</i>	Время от всходов до бутонизации 1-й кисти, дни	Состояние растений
200—220	24	16—19	Мощные
120—130	24	15—16	»
60—70	24	18—19	»
60—70	18	21—23	»
60—70	7	30—35	Слабые

На примере влияния красного света, «неблагоприятного» для развития томатов, видно, что при высокой его интенсивности (неоновые лампы НД-2) неблагоприятное действие его в значительной мере снимается; к тому же эти лампы не имеют вредной инфракрасной радиации. По-видимому, это связано с тем, что красный свет способствует повышенному накоплению в растении сахаров (усилению углеводного обмена) и антоцианов. Это ускоряет дифференциацию меристемы с образованием в ней ксилемы и сосудистых пучков, усиливающих старение и ускоряющих развитие растений. Е. И. Ржанова (1963) наблюдала усиление образования ксилемы у конских бобов под влиянием красного света в сравнении с синим, когда преобладало образование флоэмы. По данным Б. С. Мошкова (1966), под влиянием оранжево-красного света высокой интенсивности накапливается больше сухого вещества, а под влиянием зелено-желтого — хлорофилла.

Как показано нами, роль интенсивности света особенно заметна при использовании ксеноновых ламп высокой интенсивности с полным спектром света, близким к солнечному (табл. 25).

Как следует из данных табл. 25, при интенсивности света 120—130 тыс. *эрг/см<sup>2</sup>сек* и круглосуточном освещении расте-



ния стали бутонизировать очень быстро, через 15—16 дней после всходов, т. е. на 3 дня раньше, чем при интенсивности света 60—70 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ . При очень высокой интенсивности света (выше 200 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ) наблюдалось некоторое торможение роста и развития растений, что было ранее замечено и у некоторых двулетних и озимых культур — лука, пшеницы и др. (Кружилин, Шведская, 1966). Сокращение продолжительности освещения до 18 час задерживало развитие томатов всего лишь на 3—4 дня; при 7-часовом освещении растения были слабыми. Следовательно, для томатов оптимум интенсивности дневного света при 18—24-часовом освещении находится в пределах 70—100 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ . Однако отдельные сорта могут различно реагировать на интенсивность света.

Таким образом, если сравнить влияние на растение света разной интенсивности, то обнаруживается следующее: круглосуточное освещение неоновыми (90 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ) и ксеноновыми лампами высокой интенсивности (120—130 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ) приводит к тому, что томаты начинают бутонизировать через 2 недели после всходов; при освещении неоновыми лампами меньшей интенсивности (50—60 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ) бутонизация начинается через 3 недели; при освещении люминесцентными лампами (белыми, синими, красными) слабой интенсивности (14—18 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ) томаты начинают бутонизировать через 4—5 недель после всходов, а при освещении зеленым светом растения сильно задерживаются в росте и развитии.

Следовательно, отсутствие красной и синей радиации отрицательно влияет на развитие растений, однако в условиях только красного света выращивать растения нельзя, так как это ведет к стерильности. Вместе с тем опытами Н. Н. Протасовой (1958) установлено, что добавление синего света к красному повышает эффективность последнего. Б. С. Мошков (1966) установил, что добавление неоновых ламп к зелено-желтому (лампы ДРЛ) не только повышает урожай плодов, но и содержание в них витамина С. Подобное освещение ближе к освещению в природных условиях, где растения получают в солнечном спектре различные виды полезной радиации, к которой они приспособились.

Оптимум интенсивности света связан с накоплением пигментов. Например, Л. В. Кахнович (1965) показано, что у томатов содержание хлорофилла повышается с увеличением интенсивности света до 80 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$  (у редиса только до 55 тыс.  $\text{эрг}/\text{см}^2\text{сек}$ ), а затем снижается; хлоропласты при этом становятся мелкими.

Развитие баклажанов и перцев под влиянием качества света отличается от развития томатов. В табл. 26 представлены данные наших опытов по изучению влияния спектраль-

**Влияние спектрального состава света на развитие  
растений сладкого перца и баклажана при круглосточном  
освещении**

Источники света	Интенсивность света, тыс. $\text{эрг/см}^2\text{сек}$	Количество дней от всходов до			
		бутонизации	цветения	бутонизации	цветения
		<i>Перцы сорта Новочеркасский 35</i>		<i>Баклажаны сорта Донской 14</i>	
Дневной свет, лампы ДС-30	20—21	29—30	46—48	45—47	—
Синий свет, лампы Л-30	20—21	30—31	44—45	60—65	—
Зеленый свет, лампы К-35	20—21	36—37	50—51	Не бутонизируют	—
Красный свет, лампы Л-37	20—21	28—29	47—48	41—43	—
Неоновый слабый свет, лампы НД-2	35	32—33	50—51	36—47	52—53
Неоновый сильный свет, лампы НД-2	90	37—38	48—49	38—39	50—51

ного состава и интенсивности света на развитие баклажана и перца.

Оказалось, что если у томатов хлороз листьев проявляется при непрерывном освещении всеми испытанными источниками света (при некотором исключении красного), то перцы и баклажаны не проявляют подобной реакции. При этом перцы под действием синего света имели наилучшую окраску и компактность куста, не отставали в развитии от растений, выращенных при дневном освещении (хотя были немного ниже ростом), и опережали их по срокам цветения. Даже при освещении зеленым светом растения перца отличались хорошим ростом, хотя по развитию значительно отставали от растений, выращенных в других условиях. Под влиянием красного света той же интенсивности (20—21 тыс.  $\text{эрг/см}^2\text{сек}$ ) перцы развивались так же, как другие растения, но их листья вытягивались, были бледнее и частично опадали, а под более интенсивным неоновым светом растения были еще бледнее, вытягивались и отставали в развитии. Как указывалось выше, томаты в этих условиях ускоряли рост и развитие.

Растения баклажанов отличались более резкой реакцией на качество света: под действием дневного и красного света, особенно интенсивного, они развивались быстрее, чем под действием синего и зеленого; повышение интенсивности неоновом света не только не тормозило, но даже ускоряло их развитие (так же, как и развитие томатов). Однако цветки их были при этом стерильными, растения несколько вытягивались, листья их были бледными и частично опадали.

В связи с установленными фактами возникает вопрос о целесообразности выращивания пасленовых одновременно под разным светом и об использовании цветных пленок.

Роль света высокой интенсивности особенно хорошо видна на примере выращивания перцев и баклажанов под ксеноновыми лампами дневного света (табл. 27). Несмотря на

Таблица 27

Влияние интенсивности света ксеноновых ламп на развитие перца и баклажана (освещение до 16 час ежесуточно; ксеноносый свет через 5 дней после всходов)

Интенсивность света, тыс. эрг/см <sup>2</sup> сек	Количество дней от всходов до			
	бутонизации	цветения	бутонизации	цветения
	<i>Перцы</i>		<i>Баклажаны</i>	
190	37	54	47	57—59
140	35	49	47—48	54—56
90	44—46	60—61	50—51	62—65

то что в этом опыте освещение высокой интенсивности давалось только 16 час в сутки, баклажаны развивались так же быстро, как при круглосуточном освещении люминесцентными лампами дневного света меньшей интенсивности (20 тыс. эрг/см<sup>2</sup>сек) (см. табл. 26). Однако при снижении интенсивности света ксеноновых ламп в два раза (с 190 до 90 тыс. эрг/см<sup>2</sup>сек) развитие баклажан замедлялось; предел повышения интенсивности их освещения не найден.

Иная картина наблюдалась при выращивании перцев: в условиях освещения ксеноновыми лампами ежедневно в течение 16 час растения отставали в развитии по сравнению с растениями, которые круглосуточно освещались люминесцентными лампами дневного света слабой интенсивности. При этом выявился оптимум интенсивности света ксеноновых ламп для развития перцев: при 16-часовом освещении он находится в пределах 140—150 тыс. эрг/см<sup>2</sup>сек; повышение интенсивности света и тем более снижение его тормозило развитие растений. Следовательно, при круглосуточном освещении можно достигнуть такого же эффекта и в условиях более слабого освещения.

В. И. Эдельштейн (1962) указывает, что при повышении интенсивности света и температуры развитие томатов ускоряется; первые цветки закладываются раньше, чем в обычных условиях.

Как показано рядом авторов, на развитие томатов и других растений оказывает значительное влияние солнечный свет в различные периоды летнего дня. Как было установлено

А. А. Авакяном (1936) в условиях Ленинградской области и А. А. Кашмановым (1961), С. С. Шаиным (1963) и др. в условиях Московской области, выращивание томатов летом на полдневном, более интенсивном свете с преобладанием в нем сине-фиолетовой радиации ускоряет их развитие в сравнении с растениями, выращиваемыми в условиях утренне-вечернего освещения. Даже сорта северной селекции (Московские и др.), выращивание которых начинается с мая—июня, лучше приспособлены к более интенсивному полдневному свету. Правда, более скороспелые, холодостойкие сорта, которые высаживаются (или высеваются) на юге в марте—апреле, когда преобладает оранжево-красная радиация, хорошо реагируют на эти условия.

Известно также, что в горных районах наблюдается повышенное поглощение растениями инфракрасной радиации. В этих условиях усиливается образование хлорофилла, а хлоропласты становятся более мелкими, что является элементом защиты растений от повышенной ультрафиолетовой радиации.

Таким образом, с первых дней после всходов при оптимальном освещении пасленовые растения избирательно реагируют на спектральный состав света; эффективнее всего действует дневной или даже только синий свет независимо от продолжительности дня (но более 8—10 час), обуславливающий начало дифференциации конуса нарастания и образование зачатков первого соцветия (кисти) в обычные сроки. В последующем, для ускорения роста соцветия, требуется более интенсивный свет. Однако так как после образования первого соцветия появляется много последующих и период появления их сильно растянут (до 2 месяцев и более), то потребность растений в определенном спектральном составе и повышенной интенсивности света наблюдается постоянно, что отличает этот период от первого этапа развития растений после всходов. Это следует учитывать при культуре пасленовых в теплицах; в природных условиях в летний период растения всегда имеют свет в оптимальных соотношениях.

В связи с установленными особенностями развития пасленовых культур и роли основных факторов при выращивании растений находят объяснение некоторые данные о влиянии температуры, разных сроков посева, а также реакции отдельных видов и сортов на короткий или длинный день в некоторых климатических зонах. Например, известно, что у безрассадных томатов в первый период после всходов (до бутонизации) понижение температуры при возможном похолодании слабо отражается на росте, но зато сильно задерживает развитие растений. Это тормозит образование генеративных органов (особенно тетрады пыльцы), а образовавшиеся зачатки их гибнут в результате лизиса археспориальной ткани

(Новиков, 1956; Новиков и Бурень, 1965; Шаньгина, 1956, 1961, 1965).

У пасленовых овощных культур физиологическим нулем для начала дифференциации почек является температура выше 15—17°. Например, по наблюдениям П. Е. Федина (1953) и В. А. Кудрявцева (1955), для образования зачатков бутонов сладкого перца и томатов температура должна быть выше 17°; при 10—15° появление их затягивается на 12—15 дней. В этом авторы видят особенности реакции перца на условия прохождения 3-й стадии развития.

### ФОТОПЕРИОДИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ РАСТЕНИЙ

А. А. Авакян (1936) установил, что сорта томатов различного происхождения отличаются неодинаковой фотопериодической реакцией. Это обусловлено тем, что значительное продвижение пасленовых растений, особенно томатов, в северные широты (на 4—6 тыс. км от экватора), длительная культура их в этих условиях и большая пластичность резко изменили реакцию этих растений на продолжительность дня. Благодаря этому среди томатов имеются различные сорта и виды, начиная от типичных короткодневных до длиннодневных. Аналогичные данные приводит Уайт (1949).

Реакция разных сортов пасленовых на продолжительность дня является неодинаковой в разных широтах. По данным В. Л. Газенбуш (1948) при выращивании в условиях 10—12-часового дня томаты и баклажаны ускоряют свое развитие. Исследования А. С. Кружилина и М. А. Эрвальда (1954), проведенные с перцами и баклажанами, показали, что сорта северного происхождения при выращивании в условиях укороченного дня (12—13 час) развиваются быстрее, чем при 10-часовом дне. Дифференциация их почек наступит раньше при укороченном 12—13-часовом дне в сравнении с 16—17-часовым днем. Аналогичное явление наблюдалось у южных сортов Краснодарской опытной станции. Однако длинный день полностью не задерживает развития растений этих сортов, т. е. они проявляют фотопериодическую полунейтральность. Отмечено также, что чем сильнее рост растений и чем больше площадь листового аппарата, тем быстрее происходит дифференциация точек роста (табл. 28). У растений перцев (сорт Ранний круглый Грибовский) и баклажан сорта Карликовый ранний Грибовский реакция на короткий день обнаруживается при появлении первых листьев, расположенных на 1—4-м ярусах побега (в течение 10—20 дней после всходов), а затем начинается дифференциация почек, когда растения проявляют фотопериодическую нейтральность.

Влияние продолжительности дня на развитие сортов перцев и баклажанов при температуре 20—25° (количество дней от всходов до бутонизации)

Варианты опыта	Перцы		Баклажаны	
	Сорт Ранний круглый	Кубанский ранний	Деликатес Кубанский	Карликовый ранний
Естественный день 15—17 час	37	42	62	37
Укороченный день 12—13 час	28	35	52	26

Т. В. Олейникова (1951), анализируя отдельные виды перцев, показала, что сорта южных стран (Мексика, Испания и др.) при выращивании в условиях 10-часового дня зацветают на 10—20 дней раньше, чем при выращивании в условиях 14-часового дня. Наоборот, сорта из более северных зон (Украина, Болгария и др.), а также из горных районов Боливии зацветают быстрее при выращивании в условиях 14-часового дня, чем 10-часового. При этом сортам из Боливии в первый период роста необходимы умеренные температуры (15—20°), при которых они зацветают быстрее, чем при более высоких. Автор также отмечает, что на короткий день перцы реагируют главным образом в начальный период вегетации.

А. И. Филон (1956) и В. М. Богатов (1956), изучавшие раннеспелые сорта баклажанов из восточного подвида (советские, болгарские и др.), а также позднеспелые из западного подвида, показали, что раннеспелые быстрее зацветают при выращивании на 12—14-часовом дне, а позднеспелые на 10-часовом дне. При этом реакция на продолжительность дня в первый период вегетации начинается очень рано, с появления первого настоящего листа, и быстрее проходит в фазе трех первых листьев (10—20 дней после всходов).

Выращивание рассады на коротком и укороченном дне, как это показано в опытах А. С. Кружилина и М. А. Эрвальда (1954) с перцами и В. М. Богатова (1956) с баклажанами, ускоряет закладывание бутонов, цветение и созревание плодов, что имеет важное значение для получения основного урожая в северных районах и раннего урожая на юге. З. Д. Артюгина (1958) получила ускорение развития перцев после выращивания рассады на 12-часовом дне. И. Варга (1959) также установила, что выращивание рассады перца в зоне Мичуринска в условиях 12-часового дня повысило урожай плодов на 47%, 10-часового — только на 10%, а при выращивании в условиях 8-часового дня урожай снизился на

10%. И. Гаврилов, Д. С. Троицкий (1958) получили в Якутии аналогичные данные.

Е. А. Атабекий (1953) показал, что фотопериодическая реакция у баклажанов проявляется через 10—20 дней после всходов, о чем автор судил по началу дифференциации точек роста; фосфорное питание ускоряло развитие растений. Для получения эффекта от продолжительности дня достаточно было выращивать растения в условиях короткого дня в течение 10—15 суток; более длительное пребывание в этих условиях (более 30—40 дней) снижало эффект воздействия и приводило к отрицательным результатам, что было связано с недостатком освещения на последующих этапах развития растений.

Исследования А. С. Кружилина и З. М. Шведской (1950) показали, что реакция томатов на длину дня проявляется в фазу появления первых трех настоящих листьев, т. е. в первые 12—15 дней после всходов. Например, у сорта Буденовка при выращивании в условиях 10-часового дня 51% растений дали к этому времени первые бутоны, а при выращивании в условиях длинного дня (16—17 час) в это время было только 32% растений с бутонами; у сорта Бизон количество таких растений было 100 и 82% соответственно. В другом опыте с сортом Бизон (табл. 29) показано, что короткий день был необходим в первые 15 дней после всходов, но он незначительно ускорил развитие растений (на 3—5 дней). Следовательно, эти сорта томатов проявляют фотопериодическую полунейтральность. Так как дифференциация почек начинается через 10—15 дней после всходов, то в последующий срок эти сорта не реагируют на короткий день.

Таблица 29

**Влияние продолжительности дня на развитие томатов сорта Бизон 639**

Вариант опыта	От всходов до начала цветения, дни	Ускорение в развитии под влиянием короткого дня, дни
Длинный день (17 час) постоянно	50—51	—
Короткий день (9 час) постоянно	44—45	6
Короткий день со всходов в течение 15 дней, затем длинный день	43—44	7
Через 15 дней после всходов короткий день на 15 дней; до этого и после—длинный день	47—50	1—3

Б. С. Мошков (1966) установил, что выращивание семян томатов в условиях желто-зеленого света высокой интенсивности сокращает период до бутонизации в 3—4 раза в сравнении с выращиванием их в условиях дневного освещения.

Как показано для пасленовых растений и хлопчатника (Кружилин, Шведская, 1950; Кружилин, Эрвальд, 1954; Кружилин, Назиров, 1956), реакция их на продолжительность дня у скороспелых сортов начинается раньше, чем у позднеспелых, что может явиться методом оценки сортов и видов растений на скороспелость.

Для выявления индивидуальной роли листьев в фотопериодической реакции и их влияния на главный стебель и боковые побеги в опытах с молодыми сеянцами оставляли лишь по одному листу определенного яруса, который выращивался индивидуально в условиях короткого дня. Оказалось, что только три нижних листа ускоряли развитие боковых побегов. Четвертый лист при выращивании в условиях короткого дня уже не ускорял развития своего пазушного побега. Однако это объясняется не столько возрастом и ярусом листьев, сколько минимумом ассимиляционной поверхности.

Для накопления ассимилятов и активных веществ в необходимом исходном минимуме, обеспечивающем достаточную концентрацию (градиент) в почках, требуется соответствующая площадь листьев. Эта концентрация достигается при необходимом минимуме числа листьев (вернее, их площади), после чего увеличение числа листьев уже не приводит к резким реакциям растения. Таким образом, представление о большой важности возраста всего растения для перехода к цветению неверно. Важен возраст первых листьев, так как при остановке их роста они потребляют меньше ассимилятов и активных веществ на месте и больше посылают их к почкам.

Листья однолетних растений (например, горчицы, рапса и др. после фотопериодической реакции определяют затем разнокачественность почек отдельных ярусов главного побега и образующихся из них боковых побегов (Кружилин, Шведская, 1961). При этом темп развития последних определяется направлением передвижения к почкам ассимилятов и активных соединений: при сохранении верхушки и ее роста ассимиляты передвигаются в основном вверх, поэтому верхние боковые побеги растут быстрее и зацветают раньше; при декапитации верхушек (нарушение апикальной доминантности) питательные вещества поступают равномерно к боковым почкам, и побеги, образующиеся из них, растут и зацветают почти одновременно.

В наших опытах при изучении реакции боковых побегов томатов на оптимально короткий день было установлено, что побеги, образовавшиеся из почек нижней части стебля, в своем развитии значительно отставали от верхних, несмотря на то, что они начали отрастать одновременно с верхними и имели больше листьев. На главном побеге при этом оставляли только по одному листу около каждого побега (Кру-



жилин, Шведская, 1950). Опыт длился в течение 25 суток при температуре 20—25° (табл. 30).

В другом опыте на короткий день реагировали также побеги, расположенные ниже 4-го яруса. Верхние побеги, расположенные выше 5-го яруса, быстро развивались независи-

Таблица 30

**Влияние продолжительности дня на развитие боковых побегов различных ярусов томата сорта Буденовка**

Ярус побегов снизу	10-часовой день				24-часовой день			
	количество листьев	фазы формирования соцветий			количество листьев	фазы формирования соцветий		
		1-е	2-е	3-е		1-е	2-е	3-е
8-й	4—5	Завязь	Цветение	Бутонизация	4—5	Завязь	Цветение	Бутонизация
2-й	6—7	Цветение	Бутонизация	Розетка	5—6	Бутонизация	Розетка	Розетка

мо от длины дня. Эти факты указывают на разнокачественность почек и тканей главного стебля и листьев по ярусам, а также на онтогенетические различия между боковыми побегами. При задержке роста главного стебля путем декапитации его верхушки в фазе бутонизации, при сохранении всех листьев на главном стебле и обеспечении одновременного роста боковых побегов одинакового возраста, боковые побеги развивались по-разному (табл. 31).

Таблица 31

**Разнокачественность боковых побегов томатов сорта Буденовка**

Ярус побегов снизу	Количество листьев на побеге до 1-й кисти	Фазы формирования кистей на побеге		
		1-я кисть	2-я кисть	3-я кисть
8-й (верхний)	4	Завязь	Цветение	Бутонизация
5-й (средний)	3—4	50% бутонизации	Единичное цветение	Розетка
2-й (нижний)	2—3	Единичная бутонизация	Розетка	Розетка

Из данных, представленных в табл. 31, можно видеть, что чем выше были расположены боковые побеги, тем они были более развиты, хотя по возрасту, т. е. по времени появления на главном побеге, они были одинаковыми. Это говорит о важной роли стебля и листьев главного побега и об

их влиянии на разнокачественность боковых побегов. Аналогичные данные получены при изучении растений табака.

Гейнц (Heinze, 1959) также показал, что удаление листьев по мере их появления ускоряет цветение поздних сортов томатов, что, возможно, также объясняется важной ролью стебля.

Установление разнокачественности основного стебля растений не согласуется с объяснениями неодинакового темпа развития боковых побегов у томатов «вегетативными» стадиями, как это делает Г. В. Тотмаков (1937).

Отмеченные выше закономерности, по-видимому, свойственны тем растениям, которые имеют на главном побеге большое число плодоносящих боковых побегов (пасленовые, бахчевые и др.).

В соответствии с этим находит объяснение прием, когда при пасынковании томатов наиболее эффективным является метод удаления нижних побегов, запаздывающих в своем развитии и менее продуктивных, что особенно важно при выращивании культуры в северных районах (Ефейкин, 1940; Журбицкий, 1949; Шапошников, 1956; Еременко, 1958; Leonard, Head, 1958 и др.). Чеканка (прищипка) побегов также ускоряет развитие растений и созревание плодов (Авакян, 1955; Voinea, Bunescu, 1957).

### ОСОБЕННОСТИ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОЧЕК ВО ВРЕМЯ РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ

У высших растений дифференциация меристемы конуса нарастания почек (морфогенез) происходит в процессе роста и развития и, следовательно, тесно связана с ними. Для этого процесса требуется непрерывный приток питательных веществ и воды, которые могут поступать к растущим участкам с активной меристемой из различных органов растения: листьев, корней, запасяющих органов.

Качественные изменения, возникающие под влиянием взаимодействия внешних и внутренних факторов, осуществляются в различных органах, но локализуются в почках растений, обуславливая их дифференциацию.

У раннеспелых сортов томатов (Бизон, Грунтовый Грибовский и др.) дифференциация первых стеблевых верхушечных почек начинается в период появления 3—4 листьев (Кружилин, Шведская, 1950).

И. В. Полумордвина и А. В. Алпатьев (1957) установили, что у томатов сорта Грунтовый Грибовский, Эрлиана и др. вытягивание конуса нарастания верхней стеблевой почки начинается в период образования трех листьев, сформировавшихся через 10—15 дней после всходов. Авторы считают это время моментом заложения цветочных бугорков. Пер-

вая цветочная кисть обнаруживается под микроскопом через несколько дней после вытягивания конуса, в момент заложения цветочных бугорков на конусе, когда уже имеется 8-й и 9-й зачаточные листья (рис. 18). Через несколько дней на конусе нарастания появляются бугорки отдельных бутонов-цветков. По данным И. В. Полумордвиновой (1964), синий

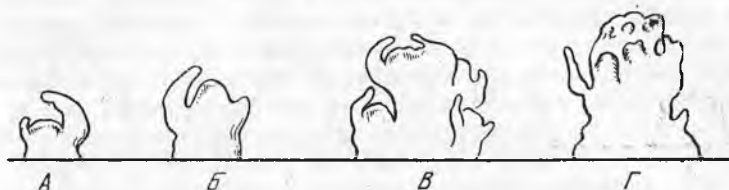


Рис. 18. Дифференциация конуса нарастания у томатов сорта Грунтовый Грибовский.

А — 1-я фаза, конус нарастания плоский, зачаток 3-го листа; Б — 2-я фаза, набухание конуса нарастания, зачаток 6-го листа; В — 3-я фаза, заложение цветочных бугорков, зачаток 10-го листа; Г — 4-я фаза, дифференциация цветков, зачаток 11-го листа

свет ускоряет дифференциацию почек; с повышением температуры и усилением фосфорного питания срок заложения цветочной кисти также ускоряется.

Высота заложения первой кисти над определенным ярусом листа является строгим сортовым признаком: у сорта Бизон первая кисть закладывается над 7-м листом, у сорта Чудо рынка — над 10-м и т. д. Н. А. Скворцова (1956) указывает на то, что у томатов не удастся вызвать образование первой кисти ниже 5-го яруса листьев, так как зачатки первых пяти листьев закладываются очень рано и в сжатые сроки (первые 2—4 дня прорастания семени).

По данным А. С. Кружилина и М. А. Эрвальда (1954), у перцев и баклажанов набухание и вытягивание верхушечной стеблевой почки (точки роста) происходит в фазу образования 3-го листа, а дифференциация точек роста и заложение зачатка бутона начинается с появлением 4-го листа (рис. 19). При появлении 3-й пары настоящих листьев (5—6-го бутонов) у первого цветка пыльники уже сформированы. Чем больше площадь листового аппарата, тем быстрее проходит дифференция почек (табл. 32, последние два варианта). Процесс дифференциации почек ускоряется при благоприятном для растений укороченном дне — мощные листья ускоряют этот процесс даже при естественном дне.

Теперь широко известно, что процесс дифференциации почек является очень чувствительным к недостатку воды и поэтому назван «критическим периодом», что следует учитывать при орошении. Следовательно, знание сроков и темпов

дифференциации первых почек у томатов позволяет установить оптимальный режим поливов и систему минерального питания для сохранения первых бутонов—цветков с целью получения более раннего урожая зрелых плодов. Нормальная водообеспеченность и усиленное фосфорное питание в первый период жизни ускоряет наступление дифференциации почек

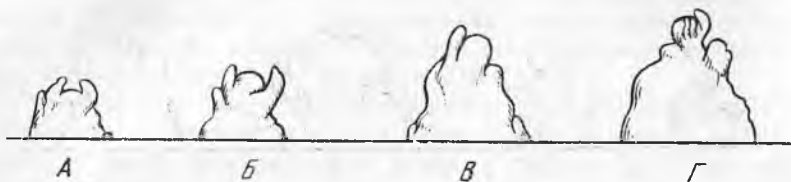


Рис. 19. Дифференциация конуса нарастания у растений сладкого перца:

А — 1-я фаза, конус нарастания плоский, 1—2-й листья 13—14 мм; Б — 2-я фаза, набухание конуса нарастания (6—8 мм), 1—2-й листья по 18—19 мм; В — 3-я фаза, увеличение конуса нарастания (12—16 мм), 1—2-й листья по 22 мм, 3-й лист 9 мм; Г — 4-я фаза, дифференциация и заложение бутонов 25×40 мм, 1—2-й листья до 23—27 мм, 3—4-й листья 13 мм

и появление самых ранних бутонов, а для последующего роста уже образовавшихся бутонов, цветков и формирующихся плодов требуется усиленное азотное питание.

Е. А. Атабекян (1953) и Уэмура (Уемига и др., 1960) показали, что усиленное фосфорное питание ускоряет начало дифференциации почек баклажана. По данным Эгиши и др. (Eguchi, Matsumura, Ashizawa, 1958), Гото (Goto, 1960), А. И. Столярова (1966) и др., фосфорное питание усиливает фосфорный обмен и ускоряет развитие томатов. Ф. И. Педаш (1958) показал, что опрыскивание рассады томатов молибденом, кобальтом и др. ускоряет цветение и формирование плодов.

Таблица 32

Влияние площади листьев на дифференциацию почек перца  
Ранний круглый

Варианты опыта	Количество листьев	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Состояние дифференциации верхних почек
Контроль — естественный день, бедная почва	3	4,6	Начало дифференциации (3-я фаза)
Обычная почва	3	6,0	Полная дифференциация (5-я фаза)
Естественный день, богатая почва	4	11,9	Формирование пыльников (6-я фаза)
Укороченный день, обычная почва	4	6,9	То же

Выше указывалось, что почки стебля растения являются разнокачественными: чем выше почки расположены по стеблю, тем они ближе к плодоношению, хотя по возрасту они моложе почек, расположенных на нижних боковых побегах.

Н. П. Кренке (1940) пришел к выводу, что качественное различие боковых побегов является следствием общих возрастных количественных изменений в росте всего растения. При этом по мере роста и старения главного стебля стареют и его боковые побеги, что обуславливает переход растения от вегетативного роста к генеративному развитию (плодоношению), независимо от факторов света и температуры. Если на растение воздействовать такими приемами, как обрезка, усиленное азотное питание, орошение и др., то его можно «омолодить» — задержать генеративное развитие. Онтогенетическое развитие растений, по мнению Н. П. Кренке, определяется противоречием между старением и омоложением. Однако, хотя роль указанных агроприемов важна, онтогенез растений определяется не только этими условиями.

Д. А. Сабинин (1963) критикует положения Н. П. Кренке о том, что прохождение этапов жизни растительного индивида будто бы регулируется старением и является основной биологических свойств образования побега. Как указывает Д. А. Сабинин, этому положению противоречит тот факт, что начальный рост каждого бокового побега всегда бывает более сильный, а листья «омоложенными».

Однако, критически оценивая работу Н. П. Кренке, следует учитывать, что возрастное состояние отдельных органов играет важную роль в биологии растения как целого организма. Так, Триппи (Trippi, 1964, 1965), учитывая возрастные изменения у томатов по форме листьев методом, предложенным Кренке, пришел к выводу, что растение проходит возрастные процессы как целый организм, а при нарушении коррелятивных связей путем декапитации побегов форма появляющихся листьев в последующем изменяется. При этом апикальная меристема непрерывно стареет и полностью омолаживается лишь при половом размножении; при вегетативном размножении происходит только частичное ее омоложение.

Физиологическая природа процессов старения или замедления этого процесса («омоложение») изучена слабо. Имеются данные о том, что ускорение старения растения связано с накоплением углеводов, а «омоложение» — с накоплением белков, поэтому повышенное азотистое питание усиливает «омоложение»; а фосфорное — ускоряет старение (Кружинин, 1941, 1944). А. А. Табенцкий (1955) показал, что усиленное азотистое питание сахарной свеклы замедляет старение пигментных систем (хлорофилла и др.). А. М. Смирнов и

К. Е. Овчаров (1960), изучая рост изолированных корней в стерильных условиях искусственных культур, установили, что по мере увеличения старой части корня рост молодой части задерживается. Авторы объясняют это накоплением токсических продуктов обмена в старых корнях и задержкой их оттока из старой части корня в молодую. Старение корней у двудольных растений усиливается при увеличении концентрации сахарозы в питательной среде (Смирнов, 1967).

Энгельбрехт (Engelbrecht, 1961) и Э. С. Авунджян (1961) показали, что накопление аминокислот в отдельных органах растения ведет к их «омоложению». К. Д. Шупак (1964) наблюдала, что при увеличении содержания азота в листьях старение рассады томатов замедлялось.

В последние годы в широких масштабах (особенно в плодоводстве) изучаются приемы «омоложения» растений путем обрезки стареющих побегов и других органов и опрыскивания растений физиологически активными веществами — кининами и др. (Mothes, 1960; Кулаева, 1961 и др.). Обрезка побегов, зеленых листьев и старых корней обычно приводит к новообразованию органов, усилению роста, увеличению числа и размеров листьев, повышению интенсивности фотосинтеза, накоплению в растении азотистых и других пластических веществ. Однако указанные воздействия лишь замедляют старение растений, но не омолаживают их.

В. О. Казарян (1961) объясняет природу старения нарушением корнелистовой связи, увеличением расстояния между листьями и корнями (особенно у древесных) и ослаблением обмена водой, солями и метаболитами между этими органами; «омоложение» наступает при вегетативном и семенном размножении.

Обработка желтеющих листьев кининами усиливает дыхание в них (Кулаева, 1961) и тормозит потерю белка и хлорофилла, вызывая этим временное позеленение листьев (на 5—7 дней). Однако это позеленение осуществляется не путем новообразования молодых органов, а лишь за счет перераспределения имеющихся готовых веществ, т. е. за счет притока их из соседних нормальных органов, начинающих желтеть (стареть) (Mothes, 1964; Leopold, 1964). Следовательно, это явление вряд ли можно назвать «омоложением», так как оно не ведет к созданию новых органов, что наблюдается при обрезке, применяющейся в плодоводстве.

## **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ОНТОГЕНЕЗЕ РАСТЕНИЙ**

Воздействие внешних факторов, ускоряющих развитие растений, связано с изменением обмена веществ. При изучении развития озимых и двулетних (капусты и др.) растений было установлено, что начальный период яровизации осуще-

ствляется нормально только при условии предварительного значительного накопления таких важнейших исходных продуктов обмена, как сахара. Затем сахара превращаются в органические кислоты и кетокислоты. В период дифференциации почек отмечается значительное увеличение содержания в них аминокислот, особенно пролина (Кружилин, Шведская, 1964, 1966). При дифференциации почек в растении (особенно в почках) накапливается значительное количество нуклеиновых кислот, особенно РНК (Шведская, Кружилин, 1966), на что ранее указывали В. Г. Конарев (1959), Л. Н. Казанская (1960), Н. С. Туркова (1963, 1967) и др. Хесс (Hess, 1959, 1961) предполагает, что в растении имеются «генеративная» и «вегетативная» РНК.

На важность роли сахаров в развитии растений первым обратил внимание Клебс (Klebs, 1913, 1918). Его данные нашли широкое подтверждение. Например, при повышении в питательной среде концентрации глюкозы удается вызвать образование цветочных почек в любой части стебля табака без фотопериодической индукции (Aghion, 1965).

При нормальных условиях температуры и освещения развитие растений после прохождения яровизации связано с направлением передвижения ассимилятов из нижних листьев к корням, а из верхних — к верхушкам и репродуктивным органам. Без яровизации, одним изменением направления передвижения веществ нельзя ускорить зацветание. Исследования М. С. Туйчибаева и А. С. Кружилина (1965), проведенные на хлопчатнике, показали, что к началу бутонизации ассимиляты, меченые по  $C^{14}$ , передвигаются из верхних листьев к верхушкам стебля, где накапливается много аминокислот (аспарагина, глутамина и пролина), в то время как в нижних и семядольных листьях содержание ассимилятов снижается.

В процессе развития растений из ферментативных систем большую активность проявляет аскорбиноксидаза. Этот фермент, как известно, связан с биосинтезом аскорбиновой кислоты, при его высокой активности накопление аскорбиновой кислоты снижается и наоборот. У томатов усиление активности ферментов совпадает со временем перехода к образованию генеративных органов (Кружилин, Шведская, 1950). Активность пероксидазы неодинакова в разных участках стебля: наиболее высокой (особенно на коротком дне) она была на уровне листьев 2—3-го ярусов, когда начиналась дифференциация конуса нарастания первой кисти (табл. 33); затем, перед бутонизацией, — на уровне 6-го листа; третье увеличение активности пероксидазы наблюдалось перед началом цветения, когда появлялись листья 11-го яруса.

Исследование этого вопроса у растений перцев и баклажанов, проведенное А. С. Кружилиным и М. А. Эрвальдом

Влияние продолжительности дня на биохимические изменения в различных ярусах листьев томата сорта Буденовка

Ярус листьев снизу	Активность пероксидазы, мг % пурпурогаллина		Содержание аскорбиновой кислоты при 16—17-часовом дне, мг %
	10-часовой день	16—17-часовой день	
2-й	1,00	0,94	33,8
5-й	0,90	0,85	55,0

Таблица 34

Активность пероксидазы и содержание аскорбиновой кислоты в листьях перца и баклажана в фазе начала цветения 1-й кисти

Ярус листьев снизу	Активность пероксидазы, мг % пурпурогаллина	Аскорбиновая кислота, мг%	Аскорбиновая кислота, мг %
1-й	1,53	40,0	27,8
2-й	0,89	48,6	38,3
6-й	0,78	72,8	38,5
7-й	0,91	128,3	22,0

Таблица 35

Влияние продолжительности дня на активность пероксидазы и химический состав растений баклажана сорта Деликатес

Варианты	Аскорбиновая кислота, мг %	Сухое вещество, %	Сахароза, % на сырой вес	Сумма сахаров, % на сырой вес
Л и с т ь я				
Естественный день . . .	6,3	16,5	2,11	3,07
12-часовой день . . .	7,1	17,3	1,65	2,33
С т е б л и				
Естественный день . . .	—	16,3	1,75	7,86
12-часовой день . . .	—	17,1	6,13	10,20



(1954), показало, что наиболее высокая активность пероксидазы была также в листьях нижних ярусов (табл. 34). Содержание аскорбиновой кислоты повышалось дважды: перед бутонизацией и перед цветением (Кружилин и Шведская, 1950). Сейчас имеется уже много работ, указывающих на то, что ускорение развития растений коррелирует с повышением содержания в них аскорбиновой кислоты.

Содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты было наименьшим в первых ярусах листьев (1—3); выше, начиная с 4-го яруса листьев, содержание ее увеличивалось (особенно у перца), достигая максимума в листьях верхних ярусов (6—8) в фазе формирования плодов. Затем оно резко снижается, а во время цветения повышается. Как видно, ход кривой содержания аскорбиновой кислоты в листьях имеет противоположное с активностью пероксидазы направление.

Эта зависимость выражена более четко в начале развития в листьях первых ярусов (до 5—7-го), а последующие изменения содержания аскорбиновой кислоты связаны, вероятно, уже с расходом ее в процессе формирования репродуктивных органов бутонов, цветков и особенно плодов.

Аналогичные данные о влиянии длины дня на изменение содержания аскорбиновой кислоты, сахара и активности пероксидазы у растений баклажана получила Р. И. Филиппова (1960) (табл. 35).

При выращивании в условиях укороченного 12-часового дня в растении усиливается активность пероксидазы, увеличивается содержание аскорбиновой кислоты и сухого вещества, а содержание моноз в побегах снижается. П. В. Кравцов (1962) показал, что в этих условиях цветение томатов ускоряется на 5 дней, а листья и корни содержат азота и фосфора больше, а углеводов меньше, чем у растений, выращенных в условиях 17-часового дня.

Х. Б. Шифрина (1961) также приводит сводные данные, полученные различными авторами о биохимических изменениях листьев баклажана в процессе онтогенеза. Оказалось, что ко времени плодоношения содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в листьях баклажана резко снижается, а

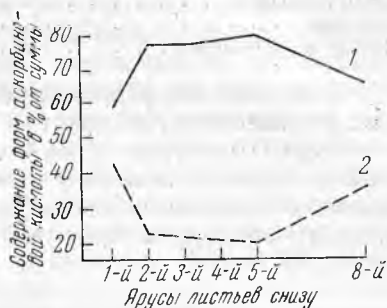


Рис. 20. Накопление отдельных форм аскорбиновой кислоты в листьях томата сорта Грунтовый Грибовский:

1 — восстановленная форма, 2 — окисленная форма

содержание белкового азота возрастает. В отличие от перцев, в листьях баклажана содержание аскорбиновой кислоты было выше, чем в плодах (как у томатов). По данным М. А. Эрвальд (1955), активность ферментов в листьях баклажана в процессе онтогенеза значительно изменялась (в условных единицах):

	пероксидаза	полифенолок- сидаза	каталаза
До бутонизации . . . . .	13,5	20,4	84,4
Цветение . . . . .	17,3	6,9	144,0
Начало плодоношения . . . . .	81,2	24,0	613,0

В период дифференциации конуса нарастания значительные изменения происходят и в углеводно-белковом обмене.

З. И. Шаньгина (1961), проводившая изучение углеводного и азотного обмена у томатов, установила, что при нормальном освещении листья содержат сахаров (особенно сахарозы) больше, а крахмала меньше, чем при ослаблении

Таблица 36

**Физиологические изменения в растениях томатов сорта Волгоградский при различном освещении**

Органические соединения	Листья		Первая кисть (соцветия)	
	нормальное освещение	затенение	нормальное освещение	затенение
1. Углеводы, % к сухому весу . . . . .	2,19	1,01	2,27	1,13
монозы . . . . .	1,56	0,92	3,06	1,71
крахмал . . . . .	3,35	6,62	4,72	3,54
2. Аминый азот, мг на 100 мг сухого вещества . . . . .	154,9	158,2	163,6	282,2

освещения до 80% (табл. 36). Возможно, при этом снижалась также интенсивность фотосинтеза.

По содержанию азота в листьях растений, выращенных в различных условиях освещения, различий не было. Более значительные изменения отмечались в кисти: здесь затененные растения содержали сахаров и даже крахмала в два раза меньше, а аминного азота больше, чем освещенные растения. З. И. Шаньгина приходит к выводу, что при затенении и снижении интенсивности освещения до 80% от нормы углеводы превращаются в мало подвижные формы, их отток из листьев к формирующимся генеративным органам

ослабевает. Вследствие этого синтез белков не доходит до конца и накапливаются аминокислоты, отравляющие развивающиеся репродуктивные органы цветка (тетрады пыльцы), что приводит к опадению бутонов и цветков.

Как указывалось выше, в процессе развития и при цветении, в связи с расходом большого количества энергии, роль сахаров как источников энергии должна возрастать. Приведенные данные З. И. Шаньгиной вполне согласуются с этим выводом.

Однако несмотря на то, что многие вопросы физиологии развития к настоящему времени уже изучены, а фотопериодизм и потребность озимых и двулетников в холоде (яровизации) выяснены 30—40 лет тому назад, все же физиолого-биохимическая природа перехода растений от вегетативного роста к образованию генеративных органов пока еще не выяснена. Этот вопрос сейчас изучается не только с точки зрения установления роли обмена веществ, но и с точки зрения теории гормонального развития растений, т. е. признания ведущего значения в этих процессах гормонов цветения как внутренних факторов развития (Чайлахян, 1937, 1958; Vonper, Zeevaart, 1962; Lang, 1965).

Исследованию этого вопроса способствовало и изучение роли гиббереллина и других активных соединений.

В настоящее время проводятся широкие исследования по выявлению роли пигментных систем (каротиноиды, фитохромы и др.) в развитии растений при яровизации и особенно в фотопериодических реакциях. Например, Бортвик и Хендрикс (Borthwick, Hendriks, 1961) отводят важную роль фитохрому, появляющемуся под влиянием красного света и разрушающегося инфракрасной радиацией (Carpenteh, Hamner, 1963). Однако Хамнер и Токимото (Hamner, Tokimoto, 1964) отрицают значение фитохромов в фотопериодических реакциях и отводят важную роль эндогенным ритмам, связанным с изменением суточного режима света и температуры (циркадные ритмы — биологические часы).

Некоторые исследователи считают, что на свету образуется фитохром P-730, связанный с цветением, а в темноте происходит превращение фитохрома P-730 в фитохром P-660.

Фитохром P-730 разрушается красным светом. Однако, как показали исследования Хилмана (Hillman, 1964), Бутлера и Леин (Buther, Lane, 1965), у некоторых растений под действием красного света фитохром не разрушается (брюссельская и цветная капуста, пастернак и др.), но в темноте все же происходит обычное превращение его форм.

Моор (Mooh, 1965) на основании обобщения литературных данных высказал гипотезу, согласно которой облучение растений красным светом стимулирует образование активной формы фитохрома P-730, а последний вызывает цепь сигнала-

лов, активирующих отдельные потенциально активные гены, усиливающие процесс морфогенеза растений.

Салисбери (Salisbury, 1965) выдвинул предположение, что фитохром после поглощения света вызывает образование в листьях гормона цветения, который затем передвигается в точки роста, где активирует гены, стимулирующие деятельность меристемы.

Несмотря на недостаточное изучение этого вопроса, фитохромы, по-видимому, играют активную роль в развитии растений, поскольку на них влияет качество и интенсивность света.

Некоторые специалисты в области биохимической генетики предполагают, что свойство зацветания растений, перехода их к образованию зачатков генеративных органов закодировано в цистронах ДНК. С этим связывается озимость и фотопериодизм растений. Проявление свойства зацветания зависит от влияния на цистроны ДНК генов-операторов, регулирующих активность отдельных цистронов. Сдерживание (блокирование) этой активности на пути перехода растений к зацветанию определяется белками (гистонами). Однако деятельность генов-операторов зависит в свою очередь от обмена веществ в тканях, который может снимать блокирование или действие гормонов (Bonner, Zeevaart, 1962; Lang, 1965). Более того, внешние условия, влияющие на обмен веществ, образование и накопление гормонов, действуют с помощью последних на деятельность генов-операторов; возможно, что пониженные температуры при яровизации озимых нужны только для снятия блокирования цистронов (Туркова, 1967). Б. С. Мошков и С. Л. Пумпянская (1967) также предполагают, что фотопериодическая реакция растений зависит от внешних условий: с началом освещения, при участии красной радиации, образуется фитохром, который взаимодействует с различными генами и гормонами, что приводит к появлению новых энзимов, влияющих на ускорение зацветания растений с помощью обмена веществ.

При изучении физиологической природы развития растений следует искать и другие подходы. Например, известно, что фотопериодизм (как и яровизация озимых) является приспособительной реакцией, возникшей в процессе длительной жизни отдельных видов растений в данных условиях среды, поэтому указанная реакция стала наследственной. Вместе с тем развитие (зацветание) растений можно легко ускорить путем воздействия даже неблагоприятных факторов: прививка двулетников на однолетники без яровизации последних, прививка короткодневных растений на длиннодневные (и обратно), выращивание озимых при высокой интенсивности света и круглосуточном освещении без яровизации и др. Однако, несмотря на такое ускорение развития, морфологические

признаки не изменяются, а семенные поколения сохраняют онтогенетические особенности своих родителей. Это указывает на то, что свойства онтогенеза являются более лабильными, значительно изменяющимися под влиянием внешних условий, что, возможно, связано с цитоплазматической наследственностью, с обменом веществ в органеллах цитоплазмы. В то же время морфологические признаки более консервативны, что определяется ядерной, хромосомной наследственностью. В настоящее время цитоплазматической наследственности придается важное значение (Рыжков, 1959; Хагельман, 1962; Brachet, 1965; Джинкс, 1966 и др.). Возможно, что подходы к изучению природы онтогенеза должны строиться с учетом факторов цитоплазматической наследственности.

Мы рассмотрели особенности онтогенеза пасленовых растений главным образом на первых этапах развития до оплодотворения. После образования генеративных органов цветка, перед опылением в растении происходят характерные для этого периода физиологические изменения.

Известно, что пыльца и пестик растений содержат большое количество физиологически активных веществ (ферменты, ауксины, витамины и др.), которые, вероятно, играют большую роль в процессах оплодотворения. Н. Т. Кахидзе и Г. А. Медведева (1956) показали, что в пыльце и столбиках табака содержится много тиамина, биотина, пантотеновой и никотиновой кислот. Пыльца томата способна при оплодотворении выделять в среду большое количество витаминов.

Р. Я. Школьник (1956) анализировала цветки томатов через 3—4 и 24 час после опыления и установила, что количество яблочной кислоты в первые 3—4 час не изменяется, а в конце суток резко повышается (табл. 37). Это указывает на усиление ее роли в связи с начавшимся процессом оплодотворения. Содержание лимонной кислоты почти не изменяется.

Таблица 37

Содержание органических кислот в оплодотворенных цветках томатов (сорт Бизон)

Вариант опыта	Содержание органических кислот, % на сухое вещество			Отношение лимонной кислоты к яблочной
	лимонная	яблочная	сумма кислот	
До опыления (контроль)	1,06	0,46	1,52	2,30
Через 3—4 час после опыления . . . . .	1,13	0,42	1,55	2,70
Через 24 час после опыления . . . . .	1,14	1,20	1,34	0,94

Леопольд и Франсис (Leopold, Frances, 1952) показали, что только яблочная кислота стимулирует процесс оплодотворения,  $\alpha$ -кетоглутаровая не влияет на этот процесс.

Е. А. Бритиков (1965) установил, что в зачатках тетрад пыльцы и затем в пыльце накапливается много пролина, играющего важную роль в процессе спорогенеза в качестве активного соединения и необходимого как запасное вещество для роста и процессов оплодотворения.

Э. Л. Миляева (1967) показала, что в материнских клетках микроспор в процессе их роста и микроспорогенеза возрастает активность гидролитических ферментов (особенно кислой фосфатазы), что связано с повышением потребления питательных высокомолекулярных веществ (крахмал, белки и др.) тапетумом, оболочками пыльцы, окружающими ядро. По данным Э. Л. Миляевой, клетки и ткани растений различаются: если в вегетативных клетках имеется много хорошо дифференцированных органелл, то в генеративных клетках обнаруживаются лишь единичные митохондрии и протопласты.

В дальнейшем, при появлении и росте плодов, направление и темп передвижения ассимилятов к ним усиливается, на что оказывают большое влияние ауксины вновь формирующихся семян (Ракитин, 1940).

Шастри и др. (Sastri, Krishna, Muirhobert, 1965) показали, что до начала фазы *бутонализации* — *цветение* ауксины ( $\beta$ -индолилуксусная кислота) передвигаются из листьев главным образом вниз, а с появлением плодов к ним поступало из листьев лишь 25% ауксинов, так как завязь снабжалась ауксинами в основном из формирующихся семян.

По данным Дэвис и Кокин (Davies, Cocking, 1965), активность  $\alpha$ -амилазы в завязях плодов томата достигает максимума через 4 недели после опыления, а количество белка и РНК через 8—10 недель после всходов; затем содержание РНК и особенно белка снижается.

Таким образом, изучение развития пасленовых культур показывает, что под влиянием внешних факторов (особенно света) обмен веществ значительно изменяется, что влияет на темп развития растений.

## **ФОТОСИНТЕЗ, ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ПРОДУКТИВНОСТЬ РАСТЕНИЙ**

### **ФОТОСИНТЕЗ**

Пасленовые растения как теплолюбивые культуры по характеру фотосинтеза отличаются от других растений. Еще Г. Люндегорд (1937) показал, что при температуре 18—20°

интенсивность фотосинтеза у томатов ниже, чем у картофеля и других более холодостойких растений. При нормальных условиях освещения и содержания углекислоты в воздухе в количестве 0,03% оптимум ассимиляции у томатов находится при температуре около 20—25°, а при увеличении содержания углекислоты до 1,22% температурный оптимум повы-

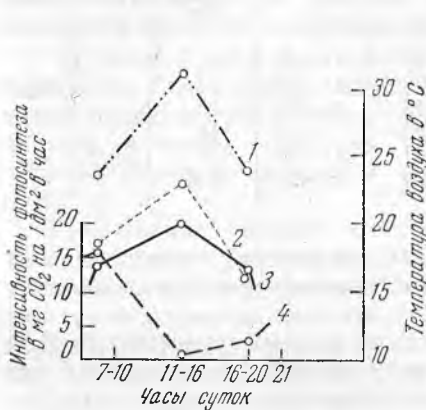


Рис. 21. Изменение интенсивности фотосинтеза томатов в зависимости от температуры воздуха в условиях Ленинграда (2, 3) и Краснодара (1, 4):

1, 2 — температура воздуха, 3, 4 — интенсивность фотосинтеза

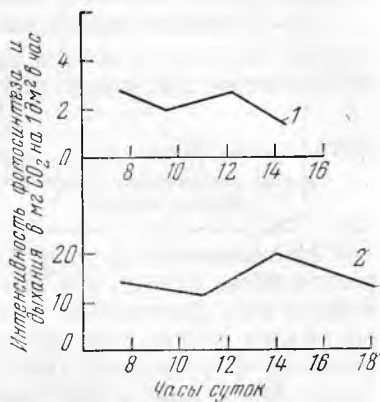


Рис. 22. Изменение интенсивности фотосинтеза и дыхания листьев томатов в течение дня:

1 — дыхание (3/VIII), 2 — фотосинтез (4/VIII) (по Ермолаевой, 1956)

шается до 37°, при этом усваивается до 30 мг СО<sub>2</sub> на 50 см<sup>2</sup> поверхности листа в час (рис. 21).

Е. А. Ермолаева (1956) в полевых условиях Ленинградской области определяла интенсивность фотосинтеза и дыхание растений томатов сорта Грунтовый Грибовский в сравнении с более холодостойким растением картофеля. Оказалось, что в утренние часы у томатов ассимиляция углекислоты была обычно очень низкая (3—5 мг СО<sub>2</sub> на 1 дм<sup>2</sup> в час); днем с увеличением температуры воздуха выше 20—22° ассимиляция возрастала до 20—30 мг, а к вечеру снова снижалась. У картофеля ассимиляция в середине дня была ниже. Дыхание листьев томатов было наиболее интенсивным в утренние часы (до 4 мг СО<sub>2</sub> на 1 дм<sup>2</sup> в час). Данные были получены 3—4 августа, когда погода была умеренно теплой, дни ясные и воздух прогревался днем до 17—23° (рис. 22). На юге, в условиях более высоких температур и большой сухости воздуха, наблюдается иная картина фотосинтеза (Кружилин, Зауралов, Михалев 1951; табл. 38).

Сравнительные данные интенсивности фотосинтеза листьев томатов в северной и южной зонах СССР (*мг* сухого вещества на 1 *дм*<sup>2</sup> в час)

Дата наблюдения	Зона и место опыта	Температура воздуха, °С	Часы наблюдения	Фотосинтез		
				отдельные определения	сумма	среднее
4/VIII	Северная (Ленинград)	15—17	7—10	14	47	15,3
		17—23	11—16	20		
		23—16	16—20	13		
20/VII	Южная (Краснодар)	18—23	7—10	16	18,6	6,2
		23—31	11—16	0		
		31—24	16—20	2,6		

Несмотря на то что томаты являются теплолюбивыми растениями, на юге, при высокой температуре в дневные часы (около 30°), фотосинтез у них почти прекращается, в то время как на севере, при оптимальной температуре (23°), интенсивность фотосинтеза днем увеличивается. Кажется бы, условия юга с этой точки зрения неблагоприятны для выращивания томатов, однако здесь более продолжительный вегетационный период с теплой погодой, прохладными условиями утром и вечером, благодаря чему томаты хорошо растут и дают высокий урожай.

При увеличении интенсивности света и дальнейшем повышении температуры интенсивность фотосинтеза возрастает при условии нормального обеспечения листьев углекислым газом. Например, Гаастра (Gaastra, 1959) показал, что если при низкой интенсивности света (60 тыс. *эрг/см*<sup>2</sup>*сек*) растения томатов слабо реагировали на повышение температуры в пределах от 12 до 20°, то при высокой интенсивности света (150 тыс. *эрг/см*<sup>2</sup>*сек*) наибольшее усвоение углекислоты (более 30 *мг* *СО*<sub>2</sub>/*дм*<sup>2</sup>*час*) и накопление сухого вещества происходило при 31°.

А. А. Ничипорович (1956), обобщая данные по этому вопросу на примере различных культур, приходит к выводу, что, создавая для растений оптимальные условия питания и водного режима, можно повысить коэффициент использования энергии солнечной радиации при фотосинтезе и увеличить урожай.

Б. С. Мошков (1966) показал, что при выращивании в камерах при температуре 20—25° и обычном содержании *СО*<sub>2</sub> эффективна и более высокая интенсивность света — до 300 тыс. *эрг/см*<sup>2</sup>*сек* при освещении по 14 *час* ежедневно. В этих условиях в 2—3 раза ускорился рост, а также развитие и созревание плодов томатов. Однако высокого эффекта



можно добиться и при более экономном освещении путем повышения температуры воздуха. По мнению Б. С. Мошкова, метод снижения интенсивности света при повышении температуры можно широко использовать при выращивании томатов в защищенном грунте.

При позднеосенних и раннеосенних похолоданиях, а также в случае чрезмерного охлаждения зимних теплиц интенсивность фотосинтеза томатов резко снижается, что замедляет рост растений и формирование урожая плодов.

В связи с этим для получения высокого урожая следует подбирать более продуктивные сорта с повышенной и устойчивой интенсивностью фотосинтеза, а также усиливать питание растений фосфором и др.

Рост плодов зависит от интенсивности фотосинтеза при различной температуре. Эту закономерность показал А. И. Коровин (1961) в опытах с томатами (табл. 39).

Таким образом, урожай плодов томатов увеличивается с повышением температуры воздуха.

Для роста первых и последующих соцветий (кистей) требуется усиленный приток питательных веществ (особенно азотистых) в эти органы из листьев, стеблей и корней. С помощью метода меченых атомов на томатах показано (Литвиненко, 1960), что в период *цветение* — *плодоношение* усиливается передвижение питательных веществ из ближайших листьев к репродуктивным органам и из нижних листьев к корням. Исследованиями Харта (Hartt, 1964) показано, что с наступлением цветения томатов содержание аминокислот в ближних к соцветию листьях резко снижается.

По данным Е. А. Ермолаевой (1956), наибольшая продуктивность фотосинтеза у томатов наблюдается в период плодоношения (табл. 40).

В этой фазе вегетации, когда рост листьев в основном закончился, плоды составляли до 93% от веса всего растения, а соотношение веса листьев и стеблей было примерно одинаково. По данным Гейтс (Gates, 1955), в молодых листьях томатов ассимиляция обычно выше, чем в старых и резко снижается даже при кратковременной засухе, вследствие чего рост томатов в этих условиях задерживается. Со старением листьев интенсивность фотосинтеза ослабевает. По данным Эберхардта (Eberhardt, 1955), в старых листьях снижается и интенсивность дыхания.

Таблица 39

Влияние температуры на рост плодов томата

Температура, °С	Вес плодов на 1 растение, г
12—14	132
15—20	379
20—25	538

## Динамика накопления сухого вещества у томатов

Дата взятия проб	Фаза роста растений	Площадь листьев 1 растения, см <sup>2</sup>	Сухой вес од- ного расте- ния, г	Отношение сухого веса к площади листьев, г/дм <sup>2</sup>	Средняя су- точная про- дуктивность листьев меж- ду пробами (мг) по фазам роста, мг/дм <sup>2</sup>
23/VI	Начало цветения . . .	7	6	0,87	89
13/VII	Начало плодоношения	26	36	1,38	134
25/VII	Плодоношение . . .	67	110	1,64	93
5/VIII	Плодоношение . . .	69	179	2,59	
22/VIII	Плодоношение . . .	70	287	4,10	92

По наблюдениям Н. Колева и Х. Шаренкова (1962), интенсивность фотосинтеза у сортов штамбовой низкорослой формы в два раза выше, чем у высокорослых форм. По данным Б. Л. Дорохова (1961), на нижней стороне листьев томата интенсивность фотосинтеза всегда выше, чем на верхней.

Н. И. Якушкина (1956, 1962) показала, что верхние листья томатов (из первых 10—11 листьев) отличаются наиболее высокой интенсивностью дыхания и фотосинтеза, а содержание сахаров выше в листьях среднего яруса. Как показано с помощью метода меченых атомов, рост плодов на 90—95% идет за счет притока пластических веществ из листьев средних ярусов, расположенных ниже или выше кисти. Опрыскивание листьев 2,4-ДУ усиливает отток пластических веществ из листьев и увеличивает вес плодов (табл. 41).

Таблица 41

## Физиологическая разнокачественность листьев томатов

Ярусы листьев	Дыхание, мг СО <sub>2</sub> за 1 час	Фотосинтез, мг СО <sub>2</sub> за 1 час	Сахара, мг на 1 г	Отток ассими- лятов (актив- ность в пло- дах), имп/мин
Верхний . . . . .	0,76	2,55	—	77
Средний . . . . .	0,71	1,11	74,5	745
Нижний . . . . .	0,66	0,36	58,1	27

По данным вегетационных опытов, проведенных В. Ф. Беликом (1960), соотношение между плодами и вегетативными органами томатов под Москвой было примерно таким же, как и в опытах Е. А. Ермолаевой под Ленинградом. По наблюдениям А. Д. Хватова и С. М. Соболевой (1958, 1960), внекорневые подкормки усиливают фотосинтез томатов.

Я. Н. Казанович (1962) установила, что у раннеспелых сортов томатов в фазе 3—4 листьев интенсивность дыхания более устойчива как при пониженных, так и при высоких температурах (табл. 42).

Т а б л и ц а 42

Интенсивность дыхания сортов томатов (в  $мл^3$  поглощенного кислорода за 1 час на 1 г сырого веса)

Сорта	Варианты выращивания растений	Определения при 10°			Определения при 30°	
		абсолютное значение	в % к скоростелому сорту	дыхат. коэф. Q <sub>10</sub> при 10—20°	абсолютное значение	дыхат. коэф. Q <sub>20</sub> при 10—30°
Молдавский ранний «        »	В теплых условиях	87,9	100	3,7	211,2	4,4
	В холодных условиях	70,0	80	4,9	—	—
Молдавский 155 (поздний) »        »	В теплых условиях	48,0	54	5,6	196,9	7,9
	В холодных условиях	29,0	41	7,2	—	—

Температурный коэффициент дыхания у раннеспелых сортов ниже, чем у позднеспелых, что, по мнению автора, указывает на его приспособительный характер, и, возможно, является наследственным признаком. Исследования Я. Н. Казанович и К. Д. Шупак (1965) показали, что при снижении температуры у раннеспелых сортов происходит быстрая перестройка ферментных дыхательных систем с увеличением участия в процессе дыхания флавопротеиновых ферментов; у позднеспелых сортов в этих условиях преобладает деятельность металлсодержащих ферментов (полифенолоксидазы и др.). У раннеспелых сортов повышается уровень синтезирующих ферментов углеводного и азотного обмена и накопление сахаров на фоне фосфорного питания. Поэтому авторы связывают раннеспелость с холодостойкостью и фосфорным обменом.

Для достижения высокого урожая томатов и других пасленовых культур необходимо создавать высокий фон агротехники (питание, орошение и пр.), а также подбирать наиболее устойчивые и продуктивные сорта. Это позволит в каждой зоне лучше использовать влияние солнечного света на фотосинтез и формирование плодов.

### ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

Все жизненные процессы происходят при активном участии воды. Вода в растениях находится в свободном и связанном состоянии. В процессе транспирации расходуется прежде

всего свободная вода. М. Г. Васильева и З. С. Буркина (1964), Г. В. Лебедев и Н. А. Аскоченская (1965), используя в опытах изотоп тяжелой воды, показали, что вода в растении обменивается очень быстро; в течение первых 15 мин поступившая вода обменивается на 30%, а в течение часа — почти полностью.

При недостатке воды в почве активность физиолого-биохимических процессов в растении ослабевает, что в конечном итоге ведет к снижению урожая. Такие явления часто наблюдаются в южных засушливых районах, где пасленовые культуры наиболее распространены.

Для нормального хода физиологических процессов и роста растений важно бесперебойное снабжение их водой, что осуществляется при достаточных запасах ее в почве. Еще Бриггс и Шанц (Briggs, Shantz, 1913) установили, что при полуторной-двойной максимальной гигроскопичности в почве остается вода, недоступная растениям, вследствие чего они начинают завядать, а транспирация их резко снижается.

Пасленовые растения отличаются относительно высокой засухоустойчивостью в сравнении с капустой, огурцами и другими культурами. Однако на хорошее увлажнение почвы они реагируют интенсивным ростом и повышением урожая. В то же время высокая влажность воздуха (выше 60—70%) для них менее благоприятна, так как в отсутствие ветра (штиль) происходит перегрев растений, что вызывает заболевание плодов вершинной гнилью.

В отличие от огурцов, томаты лучше растут и дают более высокий урожай при средней относительной влажности воздуха. По данным Н. Н. Киселева (цит. по Журбицкому, 1935), для роста томатов лучшей оказалась камера с влажностью воздуха 35%, чем с влажностью 95% (табл. 43). Влажность почвы 90% является наилучшей для роста растений в обеих камерах, но в сухой камере рост их и особенно урожай плодов выше. Во влажной камере наибольший уро-

Таблица 43

Влияние различной влажности почвы и воздуха на рост и урожай томатов (сорт Датский экспорт, температура воздуха 20—28°)

Влажность почвы, % от полной влагоем- кости	Влажная камера — 95%		Сухая камера — 35%	
	сухой вес растения на сосуд, г	урожай плодов, г	вес растений, г	урожай пло- дов, г
90	47,5	110,3	53,9	547,3
65	29,2	146,3	32,6	314,3
40	11,2	39,2	16,6	124,9

жай плодов получен при влажности почвы 65%, однако влажность воздуха слабее повлияла на рост растений, но очень сильно отразилась на формировании плодов, урожай которых в сухой и влажной камерах различался в 3—5 раз. Высокая влажность воздуха, по-видимому, вследствие задержки транспирации ослабила поступление минеральных веществ из почвы, что затормозило биосинтез и передвижение органических веществ и накопление их в плодах. При относительной влажности воздуха 35% листья растений были более толстыми, с высоким содержанием в них хлорофилла, углеводов и белков, в сравнении с растениями, вегетировавшими при влажности воздуха 95%. При установлении режима орошения и особенно сроков полива пасленовых культур следует учитывать особенности их отношения к недостаточному увлажнению почвы во время «критического периода».

Как указывалось выше (Кружилин, 1954), «критический период» связан с высокой чувствительностью к обезвоживанию зачатков генеративных органов (бутонов, цветков, завязей), которые быстро опадают при ослаблении в них тургора. Это уменьшает число плодов и снижает их урожай, что особенно отрицательно влияет на выращивание первых зрелых плодов.

«Критический период» у пасленовых культур следует связывать с формированием зачатков генеративных органов, а не с созреванием их плодов, как это считают К. К. Битюков и П. К. Дорожко (1965). Так как длительность срока цветения и завязывания плодов пасленовых на юге растягивается до полутора-двух месяцев, то и «критический период», начало которого связано с появлением первых бутонов и цветков, у них длительный. На основании этого представляют интерес результаты вегетационных опытов, проведенных на Украинской овощной опытной станции. Было установлено, что томаты лучше реагируют на повышение влажности почвы, начиная с периода цветения, при изменении увлажнения от 50 до 80% от полной влагоемкости (Журбицкий, 1935).

А. Я. Кальтя (1958), проведя вегетационные опыты, также показал, что недостаток влаги после начала цветения ослабляет рост растений и снижает урожай. Растения, получавшие со времени начала цветения повышенное увлажнение (90—80%), росли лучше, дали больший урожай плодов; содержание витамина С в плодах этих растений было повышено по сравнению с теми растениями, которые в этот период выращивались в условиях недостаточного увлажнения (табл. 44).

Вегетационные и полевые опыты, проведенные под Москвой В. Ф. Беликом (1960), показали, что при выращивании томатов оптимальной является влажность почвы в размере 60—70% от ее полной влагоемкости (табл. 45).

Таблица 44

Влияние влажности почвы на урожай плодов и их качество  
(влажность почвы от полной влагоемкости почвы, %)

Влажность почвы, %					Качество плодов			
от всходов до появления 6-го листа	от 6-го листа до начала цветения	от начала цветения до образования плодов	от начала образования до созревания плодов	средний урожай плодов на сосуд	сахар, %	сухое вещество, %	витамин С, мг %	кислотность по яблочной кислоте, %

## Контроль

70 | 80 | 70 | 70 | 336,0 | 3,76 | 7,7 | 21,8 | 0,44

## Опыт

70 | 60 | 90 | 80 | 468,5 | 3,81 | 6,5 | 22,6 | 0,50

Таблица 45

Влияние влажности почвы на рост и формирование урожая томатов  
(сорт Грунтовый Грибовский)

Влажность почвы, % от полной влагоемкости	Одно растение, г			Сухое вещество в плодах, %
	вес сухой массы растения (без плодов)	вес сухих корней	урожай свежих плодов	
40—50	23,0	2,72	563,4	6,2
60—70	26,0	3,18	1085,6	4,5
80—90	16,7	2,18	499,0	4,0

Влажность почвы в размере 40—50% от полной влагоемкости является недостаточной для роста растений томатов. Однако наиболее неблагоприятной оказалась не засуха, а переувлажнение почвы, что еще раз указывает на сравнительную засухоустойчивость растений томатов и на отрицательное влияние на них снижения аэрации при переувлажнении почвы. Данные этих опытов согласуются с выводами других исследователей о том, что после начала цветения, когда происходит интенсивное формирование плодов, томаты потребляют много воды, поэтому урожай томатов, полученный при выращивании растений после начала цветения в условиях пониженной влажности в размере 40—50% от полной влагоемкости, снижается в два раза, в то время как вегетативные органы (стебли с листьями и корни) в этих условиях снижают свой вес лишь на 5—10%. Следовательно, потеря урожая

обусловлена задержкой образования и разрастания вновь формирующихся плодов и накопления в них органических веществ.

Известно, что при засухе интенсивность синтеза органических кислот и аминокислот в корнях ослабевает (Цветкова, Воронина, 1960), а интенсивность фотосинтеза, синтеза сахаров и передвижения их в корни снижаются (Жолкевич, 1955).

Сильное снижение ростовых процессов в условиях переувлажнения, вероятно, объясняется недостатком кислорода воздуха в почве, что ограничивает энергетические ресурсы дыхания и снижает поступление азотистых веществ в корни. Джексон (Jackson, 1956) установил, что недостаток кислорода в почве приводит к повреждению корней, задержке роста и увяданию растений томатов. По данным Моргана и Стрита (Morgan, Street, 1959), высокий уровень поглощения кислорода корнями томатов обусловлен большим содержанием в них сахарозы, органических кислот и других веществ.

И. М. Дубинина (1961, 1965) в опытах с томатами и другими растениями показала, что в искусственных анаэробных условиях, аналогичных заболачиванию (переувлажнению), корни растений обогащаются органическими кислотами.

В анаэробных условиях содержание свободных аминокислот (особенно аланина, глутаминовой кислоты, пролина, серина) и амидов в корнях томатов снижается (табл. 46).

Т а б л и ц а 46

Содержание свободных аминокислот в корнях томатов в разных условиях аэрации (мг на 1 г сухого веса корня)

Аминокислоты	Аэробные условия		Анаэробные условия	
	мг	%	мг	% к контролю
Аланин . . . . .	1,46	100	2,14	147
Глутаминовая . . . . .	1,77	100	1,34	76
Глутамин . . . . .	0,81	100	0,89	110
$\alpha$ -аминомасляная . . . . .	3,17	100	5,90	186

Поступление азота в растение ослабевает, нитратное дыхание несколько усиливается. В связи с этим понятно, что в условиях переувлажнения ослабление роста надземных органов связано с торможением передвижения аминокислот из корней в надземные части. Аналогичные данные при выращивании томатов на затопленной почве получили Фултон и Эриксон (Fultow, Erickson, 1964), которые отмечают, что не-

прерывное затопление наиболее вредно для растений в 3—4-недельном возрасте.

Н. А. Хлебникова (1934), изучая на Астраханской опытной станции динамику содержания растворимых углеводов в листьях томатов, установила, что у сорта Эрлиана преобладающей формой являлись моно- и дисахариды; повышение влажности почвы положительно влияло лишь на накопление полисахаридов (крахмал, клетчатка, табл. 47).

Таблица 47

Содержание углеводов в листьях томатов при различной влажности почвы (сорт Эрлиана) (г на 100 г сухого вещества)

Время взятия проб, час	Влажность почвы 30%			Влажность почвы 60%		
	растворимый сахар	поли- сахар- иды	общее содер- жание сахаров	растворимый сахар	поли- сахар- иды	общее содер- жание сахаров
6	2,57	0,77	3,34	3,94	1,41	5,35
10	4,83	0,67	5,50	2,63	0,88	3,51
12	5,52	0,37	5,89	4,40	1,49	5,89
14	4,26	0,80	5,06	1,70	1,35	3,05
18	2,02	0,51	2,53	0,99	0,45	1,44

Н. А. Хлебникова объясняет это задержкой оттока полисахаридов особенно в дневные часы при высокой температуре. При повышении температуры воздуха активность протеолиза изменялась слабо, а растения повреждались от перегрева листьев, особенно в фазе бутонизации и плодообразования.

Аналогичные данные о составе сахаров, клетчатки и аминокислот у томатов получила в условиях Молдавии при оптимальном орошении З. И. Шаньгина (1965), которая установила, что отрицательное влияние притенения растений перед бутонизацией связано с ослаблением синтеза углеводов и их оттока.

Интересно, что при недостатке влаги сухая почва частично отнимает воду от корней некоторых растений. Однако томаты при почвенной засухе не выделяют влаги в почву (Janes, 1954). Вместе с тем при воздушной засухе томаты способны поглощать пары воды из воздуха и тем улучшать свое состояние (Бабушкин, 1960).

В силу своих высоких водоудерживающих свойств растения томатов содержат в своих тканях воды больше, чем, например, капуста и огурцы.

По наблюдениям Кружилина и Михалева (1950), у отдельных сортов томатов содержание воды меняется в течение дня. Наиболее быстрое и значительное снижение содержания воды наблюдается у сорта Большая Балтимора, что



Изменение содержания воды в листьях различных сортов томатов 5/VIII 1949 г. (% к сухому весу)

Сорт	Время наблюдения			Изменение от 7 до 15 час, %	Урожай плодов, ц/га
	7 час	11 час	15 час		
Большая Балтимора . . . . .	549,7	478,8	486,0	-14%	451
Краснодарец . . . . .	505,4	504,7	518,2	+ 1,2%	470
Гибрид 230 . . . . .	581,2	537,4	555,2	- 4,5%	496
<i>Температура воздуха</i>					
	21,2°	27,2°	26,6°		
<i>Относительная влажность воздуха</i>					
	85%	63%	66%		

коррелирует и с пониженной урожайностью этого сорта (табл. 48).

Растения томатов отличаются повышенной транспирацией в сравнении с капустой и другими овощными культурами. При этом днем транспирация у томатов повышается сильнее, чем у растений капусты, что позволяет им лучше переносить засуху и жару.

Сорта томатов различаются и по интенсивности транспирации (табл. 49).

Таблица 49

Транспирация листьев различных сортов томатов 16/VIII 1949 г. (в % к утреннему наблюдению)

Сорт	7 час	10 час 30 мин	14 час	18 час 30 мин	% столбурных растений
Большая Балтимора . . . . .	100	107	135	100	10
Краснодарец . . . . .	100	111	200	111	5
Гибрид 230 . . . . .	100	161	153	119	4
<i>Температура воздуха</i>					
	20°	37°	30,5°	23°	
<i>Относительная влажность воздуха, %</i>					
	90	58	63	60	

Как видно из данных, приведенных в табл. 49, у сортов Краснодарец и Гибрид 230 транспирация в утренние часы возрастает быстрее, и в дневные часы она выше, чем у сорта

Большая Балтимора; это позволяет растениям сорта Гибрид 230 лучше охлаждать свои ткани при возможном их перегреве. Растения Большая Балтимора и Краснодарец содержат больше воды, чем сорт Гибрид 230, что находится в некотором противоречии с данными по транспирации. Очевидно, эти сорта имеют более мощную корневую систему и водопродящую сеть сосудов, позволяющую им обеспечивать быструю подачу воды к органам ее потребления и транспирации. По-видимому, в силу этой причины растения указанных сортов, несмотря на высокую интенсивность транспирации, не имеют разрыва и нарушений в водном балансе. Они оказались более устойчивыми к столбуру и увяданию. Как будет показано ниже, растения этих сортов имеют также более высокий уровень окислительных процессов.

В соответствии с характером водного режима находится и величина транспирационных коэффициентов пасленовых растений. Транспирационный коэффициент у томатов равен 800—820; растения баклажанов и перцев имеют меньшую массу и более низкий транспирационный коэффициент. Как известно, величина транспирационного коэффициента изменяется у растений в течение вегетации и при изменении погодных условий; это имеет важное практическое значение для расчетов водопотребления растений при орошении (с учетом испарения воды почвой). Потребление воды зависит от интенсивности транспирации, площади листьев и общей массы растений, а также от влажности среды, температуры, освещения, питания и пр.

Как было установлено еще Бригсом и Шанцем (Briggs, Shantz, 1913), при влажности, равной коэффициенту завядания растений, транспирация снижается.

В. М. Мичурин (1962) также приходит к выводу, что скорость (интенсивность) транспирации регулируется погодными условиями (температура, влажность, свет и пр.) до тех пор, пока в почве имеется вода, доступная растению, что соответствует «всасывающему давлению почвы», когда вододерживающие силы почвы  $rF$  ниже 3,48—4,2 (труднодоступная влага). Легкодоступная вода содержится обычно при значении  $rF=2,53—3,48$ . Так как максимум сосущей силы корней обычно не превышает  $rF=4,4—5,0$ , то увеличение всасывающего давления почвы выше этих значений обуславливает физиологическую сухость почвы, когда резко нарушается и скорость транспирации. На такую зависимость транспирации от влажности почвы ранее указывали Веймейер и Хендриксон (Veichmeyer, Henderikson, 1950), А. Арланд (1960) и др.

В засушливый период усиливается испарение воды с поверхности почвы, особенно при повышении температуры почвы; при сочетании с высокой транспирацией это ухудшает

оводненность тканей растений и вызывает другие отрицательные последствия: снижение интенсивности фотосинтеза, ослабление роста и пр. При снижении влажности воздуха с 80 до 40% транспирация усиливается в три раза.

Несмотря на положительное значение высокой интенсивности транспирации в жаркую и сухую погоду (охлаждение тканей и пр.), все же целесообразно несколько ограничивать ее с помощью разных приемов. Например, усиленное минеральное питание повышает водоудерживающие свойства тканей растений, дождевание понижает транспирацию, защитные кулисы ослабляют действие суховея и пр. Обработка растений хлор-халин-хлоридом (ХХХ) также повышает водоудерживающие свойства растений.

В США и некоторых других странах используется опрыскивание листьев жидкими полимерами, образующими на поверхности листьев пленку, закрывающую устьица и тем снижающую транспирацию. В некоторых случаях, для ограничения испарения воды, на поверхность водоемов наносятся тонким слоем легкие жидкости — жирные и воскообразные спирты (гексадеканол и др.), что не приносит вреда флоре и фауне (Nosokawa, 1965). Однако следует иметь в виду, что покрытие листьев пленкой в жаркую погоду и снижение транспирации может вызвать перегрев воды в тканях растений и коагуляцию белков.

#### ОРОШЕНИЕ ПАСЛЕНОВЫХ КУЛЬТУР

По данным М. Ф. Куликовой (1964), в засушливые годы наибольшее влияние на урожай оказывают поливы, а во влажные годы — внесение удобрений. Как указывалось выше, в первый период вегетации (до цветения) томатам необходима пониженная влажность почвы, что, очевидно, связано со слабым развитием корневой системы после пересадки рассады.

Сосущая сила в листьях обычно выше, чем в корнях. М. Ф. Лобов (1957) предложил учитывать состояние оводненности тканей растений по изменению концентрации клеточного сока (вернее, всего растительного сока), определяемой рефрактометром. В полевых условиях по мере подсыхания почвы и снижения содержания воды в растении концентрация клеточного сока возрастает, а рост растений задерживается. Когда градиент концентрации клеточного сока достигал величины около 10%, растениям давался полив; при таком режиме урожай томатов был более высоким, чем при концентрации клеточного сока 12% и выше. Аналогичные результаты при применении этого метода получили Л. Н. Бабускин (1959) и В. Ф. Белик (1960) на томатах, выращиваемых в вегетационных и полевых условиях. А. И. Селедцова

(1960) получила около Алма-Аты наилучший урожай перцев при концентрации сока 6—8%, давая 7—10 поливов.

Для получения более точных результатов В. Ф. Белик (1960) рекомендует перед определением осветлять сок путем его фильтрования, а Л. Н. Бабушкин (1959) предлагает предварительно осаждать белки кипячением сока, что особенно важно при работе с томатами.

По данным В. Ф. Белика (1960), более надежные результаты дает определение концентрации растительного сока, а не сосущей силы. При оптимальной влажности средние величины концентрации клеточного сока в течение вегетации были равны 8—9,5%, наблюдался лучший рост и был получен больший урожай томатов в сравнении с теми растениями, которые вегетировали при влажности 40—50% и 80—90%; в этом случае наблюдались и более резкие отклонения концентраций клеточного сока (рис. 23).

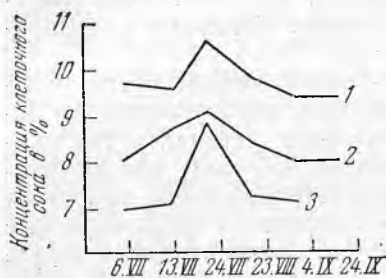


Рис. 23. Изменение концентрации клеточного сока в листьях томатов сорта Грунтовый Грибовский при влажности почвы 40—50% от полной влагоемкости (1), 60—70% (2) и 80—90% (3) (по Белику, 1960)

По наблюдениям Элмстрона и Гиллера (Elmstron, Hillyer, 1965), концентрация клеточного сока томатов в пределах 7,5—11,8% в течение вегетации соответствует полному насыщению их тканей водой или относительноному тургору в пределах 75—89%.

Как указывалось выше, несмотря на то что пасленовые растения сравнительно засухоустойчивы (особенно томаты), наступление сильной почвенной засухи приводит к резкому снижению активности физиологических процессов и роста растений и, следовательно, к уменьшению урожая.

В. Ф. Белик (1960) с помощью вегетационных опытов установил, что почвенная засуха при влажности 40—50% от полной влагоемкости резко задерживает ростовые процессы. Полевые опыты с использованием орошения являются также очень наглядными в этом отношении. Так, М. Ф. Лобов (1957) показал, что при снижении влажности почвы с 83 до 71% от полевой влагоемкости, концентрация растительного сока увеличилась, а темп роста верхних и нижних листьев замедлился (табл. 50).

При этом верхние листья, находившиеся в момент определения в более молодом возрасте, реагировали на снижение влажности сильнее, чем нижние старые листья. В результате урожай снизился на 25%. Повышение концентрации клеточ-

ного сока в листьях с 8—9 до 14—15% указывает на явную недостаточность обеспеченности растений водой при влажности почвы 71% от полной влагоемкости.

А. Г. Егиазарян (1962) в условиях Араратской равнины провел детальные исследования режима орошения томатов

Таблица 50

**Влияние влажности почвы на физиологические изменения томатов**

Влажность почвы в слое 60 см от полной влагоемкости, %	Ярус листьев	Длина листьев, см	Концентрация клеточного сока
83	10-й	22,1	8,2
71	10-й	19,0	9,6
83	20-й	15,6	13,8
71	20-й	11,2	15,4

с учетом физиологических изменений; поливы давались нормами по 400—500 м<sup>3</sup>/га. Было установлено, что при повышении концентрации растительного сока с 6 до 12% высота растений, количество и площадь листьев вначале увеличивались, а затем резко снижались (табл. 51).

Урожай плодов зависел от режима орошения и концентрации клеточного сока (табл. 52).

Как видно из данных табл. 52, оптимальным в этих условиях оказался режим орошения при концентрации клеточного сока около 8% (при 15—18 поливах), когда был получен наибольший урожай, а расход воды на центнер урожая был наиболее экономным (коэффициент водопотребления).

Повышение концентрации клеточного сока до 12% и ограничение поливов до 7—8 резко снизило урожай плодов томатов. Транспирационный коэффициент в этой зоне достигал 945.

И. Н. Шаболин (1962) установил, что для засушливых условий Кулунды влажность почвы при выращивании томатов сорта Грунтовый Грибовский следует поддерживать на уровне 60—70% от полевой влагоемкости, что соответствует следующей концентрации клеточного сока листьев: в период

Таблица 51

**Влияние орошения на рост и урожай томатов в Араратской равнине (сорт Штамбовый 152)**

Поливы при концентрации клеточного сока, %	Высота растений, см	Количество листьев на 1 растение	Площадь листьев на 1 растение, дм <sup>2</sup>
Контроль	100	42	79
6	110	56	129
8	113	59	128
10	84	47	110
12	62	31	32

**Зависимость урожая плодов томатов от режима орошения  
и концентрации клеточного сока (сорт Штамбовый 152)**

Поливы при концентрации клеточного сока, %	Число поливов		Урожай, ц/га		Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т	
	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1961 г.	1960 г.	1961 г.
Контроль	12	12	489	529	119	118
6	21	29	533	618	123	146
8	15	18	624	649	103	112
10	11	11	494	532	104	117
12	7	8	236	458	128	130

до образования плодов 6—6,5%, от образования плодов до уборки — 7,5% (коэффициент корреляции 0,79 и 0,87).

С. Д. Лысогоров (1965) для степных районов Украины рекомендует в первую половину вегетации поддерживать концентрацию клеточного сока листьев томатов утром не выше 6,8%, а в период активного роста плодов на уровне 5,5%. Аналогичные результаты по изменению концентрации клеточного сока в листьях томатов при орошении получили Сэлэджану и Бэлан (Salageanu, Balan, 1959), Сирбу и др. (Sirbu, Parhou, 1956), Винзор и Массей (Winsor, Massey, 1959), Д. Д. Аветисян (1961) и др.

Необходимо иметь в виду, что концентрация клеточного сока в растениях изменяется не только в зависимости от возраста листьев растений и условий агротехники (орошения), но колеблется по годам в зависимости от изменения погодных условий в пределах 10—20% в относительных величинах от оптимума, что следует учитывать при орошении.

В этом отношении представляют интерес опыты Е. М. Горбатенко (1965), проведенные на юге Украины, данные которых показали, что в засушливое лето концентрация клеточного сока в листьях томатов всегда выше, чем во влажное лето, независимо от влажности почвы (табл. 53).

Таблица 53

**Влияние влажности почвы и погодных условий на концентрацию клеточного сока листьев томатов (%)**

Годы и погода	Влажность почвы, % от полевой влагоемкости		
	60%	70%	80%
1959 — засушливое лето . . . . .	8,5	7,1	5,9
1960 — влажное лето . . . . .	7,8	6,8	5,5

С повышением влажности почвы концентрация клеточного сока снижается. Так как влажность почвы колеблется значительно, то рекомендуется устанавливать потребность растений в воде по их физиологическому состоянию, определяя концентрацию клеточного сока.

Наблюдения за прекращением «плача» растений, совпадающим с резким снижением влажности почвы и остановкой роста растений, также может служить одним из методов контроля водоснабжения (Филиппов, 1959).

При применении орошения не следует допускать значительного снижения влажности почвы, так как это оказывает на растения отрицательное влияние. По наблюдениям А. С. Кружилина (1944), сопоставление физиологических изменений в растении с влажностью почвы показало, что при орошении каштановой почвы не следует допускать снижения ее влажности до мертвого запаса, а нужно поддерживать влажность на 3—5% выше влажности завядания. При влажности 2—3% уже обнаруживается задержка роста всех органов растения и снижение активности физиологических процессов до того уровня, который наблюдается при выращивании без поливов; эта величина названа уровнем критической влажности для роста (Рыжов, 1948; Филиппов, 1954).

Следовательно, для получения более высокого урожая при орошении, необходимо систематически следить за изменением влажности почвы и за коррелирующими с ней отдельными физиологическими показателями растений: за сосущей силой, осмотическим давлением, открытостью устьиц, ростом отдельных органов (листьев, побегов и пр.). При этом важно обеспечить не только своевременный полив, но и необходимое промачивание почвы на глубину залегания физиологически активных корней, что определяется нормами и числом поливов.

В южных районах СССР, даже при орошении, наиболее продуктивными являются те сорта, которые отличаются более интенсивной транспирацией. При высоких температурах и низкой относительной влажности воздуха у растений и сортов с пониженной транспирацией возможен перегрев воды в тканях, гибель листьев и снижение урожая.

Величина потребления воды растением зависит не только от биологических особенностей и возраста растений данной культуры, но и от условий климата, погоды, типов почвы, удобрений, агротехники и пр. Например, в условиях Московской области температура воздуха и испарение ниже, чем на юге; следовательно, коэффициент водопотребления на юге будет выше. Но и на юге он различен: в Молдавии и Центральной Кубани при более высокой влажности воздуха испарение слабее, чем в Заволжье, где температура такая

же, но влажность воздуха ниже, а сила ветра и испарение выше.

В условиях Подмосквья у томатов ежедневный расход воды меньше, чем на юге: в период от цветения до созревания плодов он колеблется в пределах 21—39 м<sup>3</sup> (Куликова, 1957, 1964; Петров, 1958). Почти аналогичные данные получены в Средней Европе, например в ГДР (Красочкин, Далекий, 1956). В соответствии с этим у одной и той же культуры в различных зонах водопотребление будет неодинаковым, поэтому и режим орошения требуется разный.

Известно, что транспирация растений совершается за счет энергии солнечной радиации, а также основной части энергии дыхания. А. А. Ничипорович и С. Н. Чмора (1963) показали, что при использовании на фотосинтез 6—7% поглощенной солнечной энергии, когда в единицу времени создается много органического вещества, транспирационный коэффициент наиболее низкий (ниже 100), а при поглощении 1% энергии транспирационный коэффициент возрастает до 600—700. Авторами подсчитано, что для нормального роста растения за период вегетации должны испарять в зоне Ленинграда 215 мм, Москвы — 350 мм, Саратова — 375 мм, Ташкента — 600 мм воды с гектара. В Ленинграде всегда имеется излишек запасов влаги, в Москве они равны расходу, а в Саратове и Ташкенте влаги для нормальной работы растения всегда недостает, и полноценные посевы здесь возможны лишь при орошении. Поэтому в условиях средней Азии при выращивании томатов и перца требуется больше поливов, чем в других зонах (Пимахов, 1958; Селедцова, 1960). В этой зоне полезно даже ограничение роста. Например, Г. С. Ембулатов (1966), работая в условиях Узбекистана, установил, что для получения ранних зрелых плодов томатов необходимо делать перерывы в орошении, подсушивать почву, что ограничивает излишний рост отдельных органов растений. Такой перерыв в орошении в фазу начального массового цветения ограничивает этот процесс, а рост первых ранних завязей ускоряется; перерыв в орошении в период формирования плодов тормозит их разрастание до крупных размеров, но плоды при этом быстрее созревают. В Китае для получения раннего урожая томаты выращивают в один стебель и прищипывают их над 2—3 кистью (Кузнецов и Сагалович, 1959).

С. М. Алпатьев (1950) установил, что в условиях степной зоны Украины влажность почвы под томатами следует поддерживать выше 60—70%, что обеспечивает получение урожая плодов в размере более чем 500—600 ц/га; при влажности почвы ниже 50—40% урожай составил лишь 200—300 ц. По данным С. М. Алпатьева, на юге Украины томаты до цветения в среднем ежедневно расходуют 20—30 м<sup>3</sup> воды



на 1 га. После появления первых завязей им требуется 60—70 м<sup>3</sup> воды, т. е. до 7—8 поливов за сезон, которые следует давать через каждые 8—10 дней. В условиях Волгоградской и Ростовской областей, где испарение выше, требуется до 10 и больше поливов (Багров, 1960, 1964; Чулков, 1961; Ковалева, 1963; Куликова, 1964). В Центральной Черноземной области, где осадков выпадает больше, поливов дают меньше (Черноухов, 1957). Поливы позволяют поддерживать осмотическое давление в растении на оптимальном уровне, т. е. ниже 10—12 атм и концентрацию клеточного сока не выше 8—10%.

Для перцев и баклажанов при выращивании в различных зонах Украины рекомендуется давать следующее число поливов: в более влажной и прохладной зоне (Харьковская обл.) 5—6 поливов, а в южных степных районах 8—10 поливов (Битюков, Дорожко, 1965).

М. М. Сазанов (1959) также указывает, что в условиях Ростовской области баклажанам и перцам необходимо давать 8—9 поливов, примерно через каждые 10 дней. Однако не следует допускать переувлажнения почвы, так как при этом наблюдается массовое увядание и гибель растений, особенно баклажанов. Вероятно, у баклажанов (как и у табака) в связи с интенсивным обменом веществ корневая система нуждается в хорошей аэрации почвы, постоянном доступе кислорода к корням.

При безрассадной культуре, дающей глубокую корневую систему, поливов требуется меньше, но нормы поливов должны быть увеличены; полив дождеванием проводится малыми нормами, но поливов требуется больше. Вместе с тем установлено, что не следует давать обильных поливов. Как показали Чаугули и Пандей (Chaugule, Pandey, 1958) частые поливы баклажанов могут изнеживать растения. Поэтому закалка растений к воздушной засухе полезна и при орошении (Демина, Погосов, 1955). Аналогичные рекомендации по режиму орошения пасленовых овощных культур даются исследователями Болгарии и Румынии (Даскалов, Колев, 1958; Salageanu, Balau, 1959). В условиях Сибири, как показал Г. Л. Долгушин (1961), летние поливы понижают температуру воздуха и почвы на 3—5°, что ухудшает рост и снижает урожай томатов, а высокое увлажнение в конце вегетации к тому же усиливает поражение плодов мокрой гнилью.

На режим орошения и водопотребления оказывают влияние и различные приемы агротехники. Например, при посеве семян в грунт растения имеют более мощную корневую систему, проникающую в глубокие слои почв, поэтому поливов требуется меньше. Внесение удобрений, приводящее к повышению урожая, дает возможность более продуктивно исполь-

зовать воду, при этом затраты воды на единицу урожая снижаются.

По данным М. Ф. Куликовой (1957), при совместном действии удобрений и орошения урожай томатов увеличивается вдвое; водотребовательность растений при этом снижается (без удобрений 68 м<sup>3</sup>/т, при внесении удобрений — 56 м<sup>3</sup>/т).

Режим орошения должен изменяться в зависимости от метеорологических условий года. Л. Е. Смилянец (1956, 1965), работавшей в условиях Молдавии на черноземах, показано, что режим орошения по-разному влиял на урожай томатов в различные годы (табл. 54).

Таблица 54

Влияние режима орошения на урожай томатов

Влажность почвы, % на сух. почву				Количество поливов				Урожай пло- дов, ц/га		1950 г.; плотный оста- ток в плодах, %
1948 г.		1950 г.		1948 г.		1950 г.		1948 г.	1950 г.	
до плодо- ношения	в период плодоно- шения	до плодо- ношения	в период плодоно- шения	до плодо- ношения	в период плодоно- шения	до плодо- ношения	в период плодоно- шения			
22,4	20,9	19,2	19,2	3	5	2	4	209	667	5,56
22,5	15,0	21,0	22,2	2	0	5	8	195	731	5,45
21,9	21,0	19,1	20,5	1	5	2	8	225	740	5,41
18,7	15,7	18,4	15,0	0	0	0	0	184	344	7,61

Из данных табл. 54 видно, что в 1948 г., отличавшемся холодным летом и обилием осадков в период до плодоношения, орошение не повлияло на величину урожая и оптимальный режим орошения не был выявлен; растения в этих условиях болели, что резко снизило урожай. В 1950 г. лето было засушливое и увеличение поливов дало положительный результат лишь в период плодоношения. Учитывая изменение погодных условий и состояние растений, Л. Е. Смилянец рекомендует держать влажность почвы в первый период вегетации на уровне около 70% от полевой влагоемкости почвы, а затем на уровне около 80%. По наблюдениям Л. Е. Смилянец, орошение не отразилось на качестве плодов и даже снизило плотный остаток и сахаристость. По данным К. Д. Щупак (1959), в условиях Молдавии опадение завязей томатов и баклажанов при оптимальном увлажнении резко снижается.

При орошении корневая система рассадных растений проникала до 80—90 см. При безрассадной культуре корни проникали глубже и растения были устойчивыми к увяданию.

Аналогичные данные о корневой системе томатов при орошении в Херсонской области приводит С. Д. Лысогоров (1965).

А. Г. Гойхман (1957) приводит данные многолетних опытов по режиму орошения томатов, проведенных на южных черноземах Одесской области. Предельная полевая влагоемкость метрового горизонта почвы составляла 24—25% на абсолютно сухую почву (принимается за 100%); коэффициент завядания был равен 10,5%. Наблюдения показали, что в этих засушливых районах для получения максимального урожая плодов томатов (350—400 ц/га) влажность почвы следует поддерживать не ниже 16—17% (64—68% от предельной полевой влагоемкости почвы), т. е. в полтора раза выше коэффициента завядания с некоторым запасом доступной воды для растения. При влажности почвы ниже 15—16% урожай плодов уменьшается на 12—15%. Поддержание оптимального режима влажности достигалось для рассадной культуры применением 8—9 поливов по 450—600 м<sup>3</sup>/га (в том числе предпосадочный полив), а для безрассадной культуры, у которой более глубокие корни, применением 3—5 поливов по 600—650 м<sup>3</sup>/га. При этом наибольшая потребность растений в воде отмечалась в период массового плодообразования, когда в течение 30—40 дней требовалось не менее 3—4 поливов, т. е. больше половины всей поливной воды. В период массового созревания и уборки плодов (после 10—15/VIII) водотребовательность растений резко снижалась. За период продолжительностью в 30—40 дней им потребовался лишь один полив. Это было связано также с понижением в этот период температуры воздуха и ослаблением испарения воды почвой.

Как указывает Д. Д. Брежнев (1964), практика возделывания овощных культур в США показывает, что затопление почвы на несколько часов даже теплой водой приводит к гибели части корней и увяданию томатов.

Следует отметить, что пасленовые растения, благодаря длительному периоду цветения — плодообразования, особенно на юге и в теплицах, имеют неограниченно высокие потенции продуктивности. Известен рекордный урожай томатов (1600 ц/га или 4—5 кг с куста), полученный на юге Украины П. Г. Деркач. В 1960 г. звеньевая И. А. Замота в Молдавии получила по 630 ц плодов томата с каждого из 6 га, а звеньевой В. А. Маслов — по 960 ц с гектара. Звеньевая Н. В. Бударина из совхоза «Комсомолец» Волгоградской области получила в 1962 г. урожай томатов в размере по 463 ц/га (цит. по Д. Д. Брежневу, 1964). Еще более высокие урожан томатов получены на делянках сортоучастков. На Харабалинском сортоучастке Астраханской области наивысший урожай дали сорта Астраханский 1 (938 ц/га) и Новочеркасский 416 (1046 ц/га). На Андиджанском сортоучастке

Андижанской области сорт Майкопский урожайный 2090 дал 969 ц/га, сорт Волгоградский 5/95—916 ц/га. В теплицах обычно получают по 10—12 кг плодов томатов с куста. Самые высокие урожаи были получены А. М. Киселевой, собравшей 16 кг плодов с одного растения томата сорта Эрлиана при площади питания 1 м<sup>2</sup>, и П. Г. Балдиным, который получил 61 кг плодов с 1 м<sup>2</sup> (мировой рекорд) при выращивании 4—6 многостебельных растений (цит. по А. В. Алпатьеву, 1955).

Г. Ф. Бабчинский (1961), работая в условиях Крыма, получил в 1960 г. урожай томатов в размере 80 кг с куста. Это было достигнуто следующим способом: взрослая рассада сорта Гумберт сливовидный высаживалась на расстоянии 15 см и после приживания делалась прививка растений способом сближения, после чего один побег удалялся; таким образом, куст выращивался на сдвоенной корневой системе. Растения окучивались и тем самым увеличивалась мощность корневой системы, томаты поливались теплой водой и хорошо удобрялись. Площадь питания каждого растения составляла 1 м<sup>2</sup>, ветви поддерживались подставками и высота растений достигала 4,5 м. В начале сентября верхушки всех побегов были удалены, а ветви под плодами туго перетянуты шнуром, что задержало отток пластических веществ вниз и усилило налив плодов.

В условиях орошения имеется более полная возможность управлять не только ростом и урожаем растений, но и формированием его качества. Сахаристость и кислотность плодов пасленовых при орошении несколько снижается, но содержание в них витамина С возрастает.

В неполивных условиях на качество урожая плодов можно влиять главным образом только при помощи системы минерального питания. По данным Х. Б. Шифриной (1960, 1961), под влиянием удобрений в плодах возрастает содержание белков и крахмала. М. П. Цибилов (1950) показал, что накопление аскорбиновой кислоты лучше идет при рН почвы = 4,5—5,5, особенно на фоне фосфорно-калийных удобрений. Валь и др. (Wall et al., 1960) установили, что если можно повлиять на снижение в плодах баклажана количества галактозы, то их горечь снижается.

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ТОМАТОВ, БАКЛАЖАНОВ И ПЕРЦЕВ

### МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ТОМАТОВ

Минеральное питание томатов хорошо изучено, поэтому имеется возможность детально осветить потребность этой культуры в питании и ее отзывчивость на внесение удобрений в условиях открытого и защищенного грунта.

Потребность томатов в питании на разных фазах развития была детально изучена Л. И. Афанасьевой-Журбицкой (1948) при выращивании культуры на легкой супеси под Москвой. При этом под плуг вносили  $N_{60}$ ,  $P_2O_5_{30}$  и  $K_2O_{60}$ ; в первую подкормку в фазе полного цветения первой кисти вносили  $N_{15}$ ,  $P_2O_5_{30}$  и  $K_2O_{15}$ , а во вторую подкормку в начале налива плодов —  $N_{20}$ ,  $P_2O_5_{15}$  и  $K_2O_{30}$ . В опыте фосфор вносили в меньших количествах, чем обычно, потому что почва содержала большое количество усвояемого фосфора (около 100 мг/кг лимоннорастворимой  $P_2O_5$ ). Урожай плодов составил 388 ц/га (табл. 60).

В этом опыте при высадке рассады вес абсолютно сухой массы листьев одного растения составил в среднем 1,1 г, а стеблей 0,4 г. В дальнейшем масса листьев нарастала значительно быстрее массы стеблей, достигнув максимума примерно в середине июля, тогда как рост стеблей и нарастание массы плодов продолжались еще в течение двух недель. В то время когда еще наблюдался интенсивный прирост плодов и стеблей, увеличения общей массы листьев уже не было, так как между приростом молодых листьев и отмиранием старых установилось равновесие. Затем общий вес листьев на растениях снизился, тогда как вес стеблей продолжал увеличиваться вплоть до уборки; однако интенсивность прироста стеблей в этот период снижалась (рис. 24).

Завязывание плодов началось в начале июня, т. е. через месяц после высадки рассады и их вес с каждым днем интенсивно увеличивался, особенно во вторую половину июля. Та-

ким образом, в общем весе растений постоянно изменялось соотношение между весом его основных органов: листьев, стеблей и плодов, а в связи с этим менялся и состав минеральных элементов в растениях.

Наиболее динамичным элементом в растении оказался калий. Содержание калия в стеблях быстро и равномерно убывало в течение всего периода вегетации (рис. 25; табл. 55).

В течение июля, в период налива плодов первой кисти, содержание калия в листьях поддерживалось примерно на одном уровне, а в плодах возрастало.

Однако в последних числах июля процентное содер-

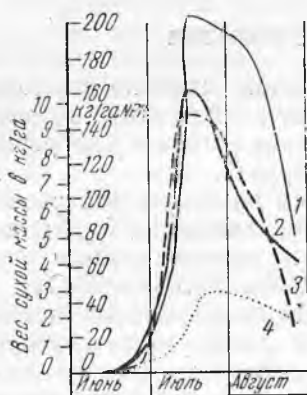


Рис. 24. Интенсивность прироста сухой массы ботвы и плодов томатов за один день в период вегетации:

1 — стебли, 2 — листья, 3 — плоды

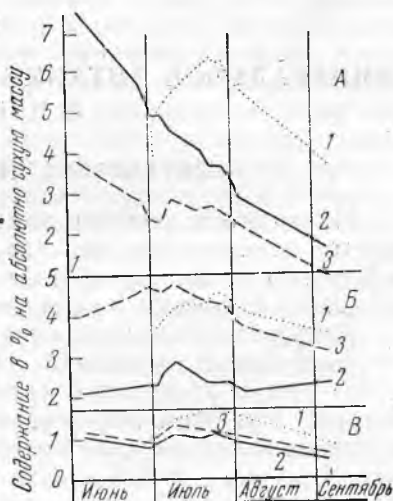


Рис. 25. Изменение содержания питательных элементов в органах томатов в период роста:

А —  $K_2O$ ; Б — азот, В —  $P_2O_5$ ;  
1 — плоды, 2 — стебли, 3 — листья

жание калия начинает сильно уменьшаться во всех органах растений, несмотря на то что его усвоение в это время находится на довольно высоком уровне. Это объясняется интенсивным нарастанием массы стеблей и плодов в этот период.

Содержание азота в стеблях и листьях увеличивается до середины июля. Затем содержание азота в стеблях убывает в течение сравнительно короткого периода (второй и третьей декады июля), когда наблюдается повышение содержания этого элемента в плодах, после чего оно остается практически стабильным до конца вегетации. В листьях содержание азота снижается в течение всего периода плодоношения.

Характер изменения содержания фосфора во время вегетации примерно такой же, как и азота, но содержится фосфор в растении в значительно меньших количествах.

Содержание азота, фосфора, калия и кальция в %  
в отдельных органах томатов в течение вегетации

Исследуемые органы растений	Даты взятия проб (месяц, число)									
	июнь		июль						август	сентябрь
	3	29	2	5	9	19	23	27	4	7

## Азот

Листья . . . . .	4,01	4,75	4,54	4,55	4,80	4,32	4,32	4,25	3,73	3,04
Стебли . . . . .	2,18	2,39	2,29	2,68	2,97	2,48	2,41	2,41	2,14	2,36
Плоды . . . . .	—	—	3,70	3,87	4,25	4,27	4,55	4,46	4,14	3,47

## Фосфор

Листья . . . . .	1,27	0,91	1,09	1,12	1,33	1,18	1,16	1,12	0,94	0,73
Стебли . . . . .	1,24	0,87	0,91	1,00	1,17	1,01	1,16	1,08	0,86	0,54
Плоды . . . . .	—	—	1,27	1,28	1,53	1,37	1,75	1,71	1,41	0,80

## Калий

Листья . . . . .	3,88	2,79	2,31	2,39	2,90	2,68	2,74	2,58	2,26	0,98
Стебли . . . . .	7,46	5,63	4,91	4,96	4,62	4,04	3,77	3,64	2,91	1,61
Плоды . . . . .	—	—	4,06	4,89	5,39	—	6,31	6,20	5,54	3,69

## Кальций

Листья . . . . .	4,49	6,78	8,13	7,85	7,60	8,15	8,01	9,05	8,73	8,69
Стебли . . . . .	2,25	3,39	3,14	2,90	2,89	2,59	2,68	3,11	3,01	3,22
Плоды . . . . .	—	—	0,76	0,45	0,81	0,51	0,44	0,49	0,57	0,53

Как общую закономерность можно отметить, что со времени начала налива плодов и передвижения в них значительных количеств элементов минерального питания их содержание в вегетативной массе заметно снижается.

Потребление растениями элементов минерального питания определяется нарастанием массы отдельных органов и изменениями их минерального состава в зависимости от возраста.

Интенсивность поглощения элементов минерального питания в основном соответствует интенсивности роста растений. Однако в молодом возрасте у растений томатов относительное содержание элементов минерального питания во всех органах выше, чем на более поздних фазах развития. Поэтому вначале наблюдается относительный забег в поглощении элементов по сравнению с кривой роста, а затем, когда рост ускоряется благодаря использованию и усвоению поступивших элементов, наблюдается относительное отставание в поглощении минеральных элементов по сравнению с нарастанием сухой массы (рис. 26).

В первой половине вегетации состав растений зависел в основном от состава листьев, а начиная с августа месяца — от состава плодов томатов. Удельное значение стеблей остается примерно одинаковым в течение всей вегетации.

На рис. 28 показано, как изменяется доля каждого элемента в растениях во время вегетации.

Изменения в соотношении усваиваемых растениями питательных элементов обуславливаются интенсивностью роста

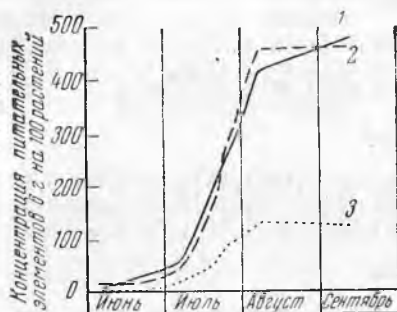


Рис. 26. Динамика накопления питательных элементов томатами в период вегетации:

1 — N, 2 — K<sub>2</sub>O, 3 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

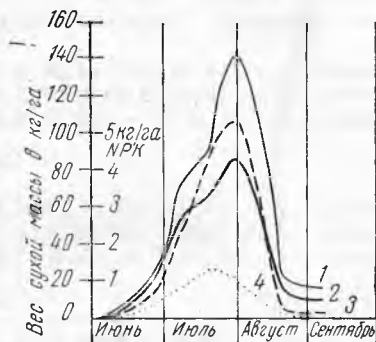


Рис. 27. Интенсивность прироста сухой массы томатов и усвоения ими элементов минерального питания за один день в период вегетации:

1 — сухая масса, 2 — N, 3 — K<sub>2</sub>O, 4 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

отдельных органов и темпами развития растений и являются поэтому наиболее устойчивой характеристикой питания растений.

Используя эти данные, можно воздействовать на рост и развитие растений. Если система питания растений будет построена таким образом, что она будет ускорять прохождение естественных сдвигов в соотношении элементов, усваиваемых растениями, то она будет ускорять и развитие растений.

Данные по интенсивности поглощения растениями отдельных питательных элементов вместе с данными по изменению соотношений поглощения этих элементов дают полную характеристику потребности растений в питании в течение всей вегетации.

Изменения потребности растений в питательных элементах видны особенно хорошо, если вместо изменения соотношений элементов, содержащихся в растениях, сравнивать изменения соотношений элементов, усваиваемых растениями за отдельные периоды (рис. 28).

Во время роста рассады в связи с утолщением и ростом стебля в высоту постепенно увеличивается потребление ка-



лия и фосфора. Затем, после высадки растений в грунт, в период разрастания листьев усиливается поглощение азота, и к началу завязывания плодов содержание азота в растениях преобладает над содержанием калия. В дальнейшем, при усилении роста плодов, в общей сумме усваиваемых элементов начинает преобладать калий.

По имеющимся данным, к началу завязывания плодов (Журбицкий, 1963) азот составлял 50% от суммы трех элементов, а калий — только 32%, тогда как в период полного плодоношения и начала сборов плодов соотношение изменялось (36% азота и 50% калия). В период плодоношения растения усваивали также значительные количества фосфора — около 15% от суммы трех элементов.

Как показано на рис. 27, в августе интенсивность усвоения растениями питательных элементов резко снижалась и их общее количество, усваиваемое растениями после образования основной массы урожая, было незначительным, поэтому в этот период нет необходимости заботиться о питании растений.

Налив плодов идет в основном за счет передвижения из вегетативных органов элементов, поглощенных ранее. Обычно в биологических выносах у растений томатов содержание калия выше, чем содержание азота; среднее соотношение  $N : P_2O_5 : K_2O = 37 : 13 : 50$ . В рассмотренном выше опыте содержание калия оказалось более низким из-за того, что в почву, бедную калием, была внесена недостаточная доза калийных удобрений.

Учет изменения соотношений элементов минерального питания в составе растений во времени очень важен для построения правильной системы питания растений. Поскольку изменения в составе растений связаны с органогенезом, усиливая питание растений тем элементом, который более других необходим для скорейшего и лучшего роста развивающегося в данное время органа, можно добиваться ускорения растений и повышения урожайности.

Термин «усиление» или «ослабление» питания надо понимать таким образом, что питание тем или иным элементом усиливается или ослабляется по сравнению с естественными потребностями растения.

Рассматривая данные по изменению соотношений пита-

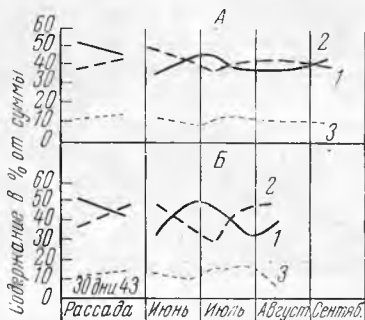


Рис. 28. Изменение соотношения в содержании N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O у томатов за отдельные периоды роста  
 А — в целом растении, Б — при поступлении  
 1 — N, 2 — K<sub>2</sub>O, 3 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

тельных элементов в растениях томатов в течение вегетации, можно прийти к выводу, что в начальном периоде выращивания рассады среди элементов минерального питания должен преобладать азот, а затем до полного цветения первой кисти следует постепенно усиливать питание фосфором и калием. После высадки рассады в поле для быстрого развития листовой поверхности в течение короткого периода надо улучшить питание азотом, а во время плодоношения необходимо усилить питание калием при хорошем обеспечении растений азотом и фосфором.

При выращивании рассады томатов в песчаных культурах (Журбицкий, 1955, 1963) были испытаны варианты с усилением фосфорно-калийного или азотистого питания. Поскольку усиление фосфорно-калийного питания удовлетворяло растущие потребности растений, в этом варианте урожай плодов был выше. Усиление питания рассады азотом, наоборот, ухудшило рост рассады и снизило урожай ранних и красных плодов (табл. 56):

Таблица 56

**Влияние питания рассады томатов на рост и плодоношение растений**

Варианты питания (соотношения N : P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> : K <sub>2</sub> O)	Вес 10 шт. рассады	% листьев от веса общей массы	Высота расте- ния, см	% растений с развитыми цветами	% азота в листьях	Урожай плодов с растения, г	
						ранних	всего красных
Стандартное соотношение (NPK = 1 : 1 : 1) . . . .	186	47	32	50	4,6	504	1400
Усиление PK (1 : 2 : 2) . . . .	208	44	35	90	4,8	631	1468
Усиление N (2 : 1 : 1) . . . .	194	50	29	70	5,0	380	1251

В Украинском научно-исследовательском институте овощеводства А. Я. Кальтя (1950) были поставлены опыты, целью которых являлось установление оптимальных сроков внесения фосфора при выращивании рассады томатов. В вегетационном опыте при выращивании томатов в песке лучшим сроком внесения фосфора была фаза появления второго листа, т. е. 10-й день после начала вегетации.

Внесение фосфора в более ранние (при посеве) и более поздние сроки задерживало начало плодообразования и снижало урожай. В полевом опыте лучшие результаты дало внесение фосфора при появлении четвертого листа, т. е. на 14-й день после начала вегетации. Различия между результатами вегетационного и полевого опыта объясняются тем, что в вегетационном опыте растения росли на песке и, следовательно, были совсем лишены фосфора, а в полевом опыте растения с

самого начала роста получали небольшое количество фосфора.

Результаты этих опытов подтверждают выводы (Журбицкий, 1955), сделанные на основании анализов рассады, о том, что в начале роста рассада томатов нуждается в более обильном питании азотом, а затем возрастает потребность ее в фосфоре и калии. Однако такая постановка опытов, когда растения полностью лишаются какого-нибудь элемента, вряд ли может быть оправдана, поскольку таким образом растения ставятся в совершенно необычные условия. Следует изучать оптимальные соотношения питательных элементов в разные фазы развития растений.

Как показывает анализ, изменения соотношений минеральных элементов в растениях, относительное содержание азота в растениях возрастает после высадки томатов на постоянное место; в соответствии с этим усиление азотного питания в этом периоде оказывается благоприятным (табл. 57).

Таблица 57

Влияние азотного питания томатов после высадки в поле на созревание плодов

Варианты питания	Вес плодов с 1 растения, г		
	ранний урожай	урожай красных плодов	общий урожай
Внесение при цветении второй кисти $N:P_2O_5:$ $:K_2O = 2:1:1,5$ . . . . .	634	1548	1642
Внесение сразу после высадки $N:P_2O_5:K_2O =$ $= 2:1:1,5$ . . . . .	522	1400	1547
Внесение после высадки $N:P_2O_5:K_2O =$ $= 1:2:1,5$ . . . . .	371	1258	1479

Усиление азотного питания сразу после высадки рассады в поле, а также несколько позже, при цветении второй кисти, увеличивает ранние сборы и общий урожай красных плодов. Усиление фосфорного питания сверх потребности снижает урожай красных плодов и общий урожай. Таким образом, своевременное усиление питания растений тем элементом, в котором растение в данной фазе развития нуждается в большей степени, ведет к ускорению развития растений и к повышению урожая.

Более детально зависимость урожая томатов от соотношения элементов в питательной среде в разные фазы роста растений была прослежена Д. Б. Вахмистровым при выращивании растений в песчаных культурах с протекающим питательным раствором.

По нашим наблюдениям (Журбицкий, 1955), у скоропелых сортов томатов после образования 4 настоящих

листьев уже можно обнаружить под микроскопом в точке роста зачаток первой кисти; поэтому было интересно проследить влияние состава элементов минерального питания до этого периода на урожай плодов первой кисти томатов. В табл. 58 приведены результаты трех вариантов опытов, которые отчетливо показывают, как зависит развитие первой кисти от питания растений в ранний период.

Таблица 58

**Влияние питания молодых растений томатов  
на продуктивность 1-й кисти**

Варианты опыта	Соотношение в питательной смеси			% на сухое вещество вегетативной массы			Соотношение в растениях при $N + P_2O_5 + K_2O = 100\%$			Плоды 1-й кисти, г
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	

с 6/V по 24/V

1-й	35	15	50	1,22	0,27	3,25	28,5	5,7	69,5	728
2-й	52	11	37	2,67	0,25	3,56	41,2	3,9	54,8	440

с 6/V по 17/V

3-й	30	17	44							
-----	----	----	----	--	--	--	--	--	--	--

с 18/V по 24/V

	52	11	37	1,75	0,31	3,46	31,8	5,6	62,6	554
--	----	----	----	------	------	------	------	-----	------	-----

Как следует из данных табл. 58, с усилением калийного и фосфорного питания увеличивается и содержание этих элементов в растениях. Особенно четко это можно наблюдать по изменению соотношений усвоенных растениями элементов. Интересно отметить, что избирательная способность растений в раннем возрасте проявилась в усиленном поглощении калия. Особенностью методики этого опыта являлось то, что изменение соотношений достигалось увеличением доз отдельных элементов, без снижения концентрации других элементов.

Во время плодоношения потребность томатов в калии возрастает и к этому периоду были соответственно изменены составы питательной смеси. Как видно из данных табл. 59, содержание калия преобладало в этот период над другими элементами.

Как видно из приведенных данных, растения положительно реагировали на увеличение дозы калия, а увеличение дозы фосфора в питательной смеси не увеличило его содержания в растениях. Избирательная способность растений в период образования плодов проявилась в усилении поглоще-

**Влияние питания растений в период плодообразования  
на урожай плодов томатов**

Соотношения в растворе			Соотношения в целом растении при уборке			Урожай плодов, г на растение		% плодов в общем урожае по сухому весу
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	на 2, 3 и 4 кистях	общий	
25	15	60	29,6	13,3	57,1	1001	2981	35,0
14	17	69	25,0	11,7	63,3	2636	3494	49,6

ния азота. Сравнение состава молодых проростков растений со взрослым растением томатов показывает, что наиболее существенные изменения заключались в увеличении содержания фосфора с возрастом.

Как видно из данных, касающихся величин урожая, которые приведены в табл. 59, правильное питание отражается не только на увеличении веса плодов, но также на распределении сухого вещества урожая между вегетативной массой и плодами. При сравнении соотношений N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O, приведенных в табл. 59, с соотношениями, представленными на рис. 28, видно, что растения, взятые из опыта с протекающим в сосудах раствором, потребляли больше калия, а растения, взятые из полевого опыта, потребляли больше азота. Такие различия могут быть обусловлены различиями в потреблении растениями элементов минерального питания в полевых условиях и в условиях теплицы.

Тем не менее, в условиях открытого грунта также имеет большое значение усвоение растениями калия.

В известных пределах, до тех пор пока получение ожидаемого урожая не ограничивается какими-либо другими факторами роста, с увеличением доз удобрений урожай соответственно увеличивается. В описанном опыте, который проводился на супесчаной почве, при применении суммарных доз удобрений от 150 до 400 кг/га урожай плодов томатов увеличивался до дозы удобрений, равной 270 кг/га; дальнейшее увеличение доз удобрений давало меньший эффект (табл. 60).

С увеличением доз удобрений по сравнению с нормой в этом опыте отмечалось даже более экономное использование удобрений; на 100 ц плодов затрачивалось меньше элементов минерального питания. Это можно объяснить тем, что дозы удобрений увеличивались за счет подкормок, внесенных к началу налива плодов. До посева растения во всех вариантах получили одинаковую дозу удобрений (N<sub>60</sub>P<sub>30</sub>K<sub>60</sub>).

В опытах, проводившихся под Москвой в течение ряда лет Л. И. Гриненко, в разные годы в зависимости от метео-

Таблица 60

**Влияние внесения различных доз удобрений на урожай томатов  
и поступление в растения элементов минерального питания**

Дозы удобрений, внесенных в течение вегетации, кг/га			Сумма N+P+K, кг/га	Урожай плодов, ц/га	Усвоено, кг/га			Использовано питательных элементов на 100 ц плодов, кг/га		
N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
60	30	60	150	288	117	27	109	40,6	9,4	37,8
75	60	75	210	352	121	36	115	34,4	10,2	32,7
95	75	105	275	388	137	36	135	35,3	9,3	34,8
90	90	90	270	435	143	43	125	32,9	9,9	33,1
130	120	150	400	465	143	45	144	30,8	9,7	31,0

Таблица 61

**Урожай томатов и соотношения усвоенных элементов  
в зависимости от метеорологических условий**

Годы опыта	Сумма температур, VII—VIII	Число часов солнечного сияния, VII—VIII	Урожай плодов, ц/га		Соотношение во время плодоношения		
			общий	спелых	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
1949	1015	510	579	405	42,5	12,4	44,9
1950	894	418	346	69	50,8	22,4	36,8
1951	1102	521	581	330	39,2	9,5	51,3

рологических условий растения давали различные урожаи при одной и той же системе применения удобрений (табл. 61).

В худших метеорологических условиях (холодное лето 1950 г.) урожай плодов, особенно спелых, значительно снижался и одновременно в соотношениях питательных элементов уменьшалась доля калия и сильно увеличивалось содержание азота.

Под влиянием климатических условий существенно меняется потребность растений в питании.

В средней полосе нечерноземной зоны для образования 100 ц плодов томатов, в среднем, по данным многих опытов, требуется, чтобы растения усвоили 33,0 кг N; 11,4 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 45,3 кг K<sub>2</sub>O, тогда как в черноземной зоне растения требуют больше азота и меньше фосфора и калия, их потребность в этих элементах составляет соответственно 35,7 кг N; 7,0 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 32,7 кг K<sub>2</sub>O.

При выращивании томатов в теплицах в нечерноземной зоне потребность в азоте еще снижается, а в калии и фосфоре — растет и составляет соответственно 28,9 кг N; 13,7 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 51,1 кг K<sub>2</sub>O.

Эту закономерность можно объяснить тем, что в более засушливых условиях, какие имеются в черноземной зоне, листья для нормального функционирования должны содержать больше гидрофильных коллоидов, в первую очередь белковых веществ, чтобы, несмотря на интенсивное испарение, в клетках листьев сохранялся достаточный запас влаги. Вследствие этого при продвижении к югу, и особенно в засушливые зоны, наблюдается повышенная потребность растений в азоте.

В условиях более влажного климата, при меньшей инсоляции повышается потребность растений в калии и фосфоре. Потребность в этих элементах особенно высока при выращивании в тепличных условиях, где очень высок уровень относительной влажности воздуха, а часть солнечных лучей отражается или поглощается стеклом и не достигает листьев растений.

В связи с этим и эффективность внесения удобрений в теплице и в условиях открытого грунта совершенно различна. Так, в теплице совхоза им. Горького (под Москвой) был проведен опыт по выращиванию томатов в сосудах. На такой же почве и в таких же сосудах выращивались растения на открытой площадке.

Оказалось, что эффективность удобрений, особенно азотных, была выше при выращивании растений на открытом воздухе (табл. 62).

Таблица 62

**Влияние удобрений на урожай томатов и состав листьев при выращивании растений в сосудах в теплице и на открытом воздухе**

Внесенные удобрения	Урожай плодов, с 1 растения, г		% на сухое вещество → ← в верхних листьях					
			теплица			открытая площадка		
	теплица	открытая площадка	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Не вносились	1581	836	2,07	0,53	2,90	2,47	1,10	2,34
N	1712	1478	3,92	0,52	2,18	4,04	0,91	1,95
P	1734	943	2,81	0,76	2,45	2,59	1,14	2,24
K	1601	798	2,47	0,45	3,07	2,60	1,06	2,78
NPK	2153	2466	—	—	—	—	—	—

Как видно из данных, приведенных в табл. 62, молодые листья растений, выращенных в теплице, содержали меньше азота и фосфора, и растения могли в этих условиях давать высокие урожаи плодов при недостатке азота. На открытой площадке хорошие урожаи плодов были получены только при обеспечении растений азотом.

Листья растений сейчас часто анализируют для диагностирования питания растений. Необходимо отметить, что это

можно делать только при выращивании растений в одинаковых условиях. Так, листья с растений, выращенных без внесения удобрений, на открытой площадке содержали больше азота по сравнению с растениями, выращенными в теплице. Казалось бы, что в теплице растения должны были лучше отзываться на внесение азота. Однако значительно более сильный эффект от внесения азота наблюдался на открытой площадке, потому что в этих условиях потребность растений в азоте была гораздо выше, чем в теплице.

При анализе листьев растений для диагностирования питания необходимо учитывать также изменения их состава с возрастом.

Кроме общей потребности растений в элементах минерального питания, при разработке системы внесения удобрений необходимо определить также потребность растений в этих элементах в отдельные периоды вегетации, в частности, за первые 3—4 недели роста в поле, а также за период максимального потребления питательных элементов. Для обеспечения начального питания томатов удобрения обычно вносят в лунки при посадке. В соответствии с описанной выше динамикой потребления растениями минеральных элементов и с учетом коэффициентов использования удобрений, в лунки следует вносить около 12% азота, 13% фосфора и 9% калия от общей потребности растений с учетом планируемого урожая. Остальное количество удобрений вносится под основную вспашку поля.

Такое распределение удобрений можно принять, если дозы отдельных элементов не превышают 90—120 кг/га. В том случае, когда рассчитывают на получение очень высоких урожаев, вносят более высокие дозы удобрений; при этом, для того чтобы избежать вредного влияния высокой концентрации удобрений, часть минеральных удобрений необходимо заменить органическими или вносить удобрения многократно в виде подкормок.

При изучении эффективности удобрений нельзя ограничиваться простым учетом эффекта от внесения удобрений, необходимо сопоставлять получаемые прибавки урожая с теми прибавками, которые должны быть получены при наличии полного эффекта от применяемых удобрений.

Только при таком подходе можно сделать правильные выводы из опытов. Ведь если применяемые удобрения не дают надлежащего эффекта, то отсюда следует вывод, что для дальнейшего повышения урожая нет основания применять более высокие дозы удобрений, а нужно улучшать другие условия выращивания. Недобор урожая по сравнению с расчетами может быть вызван недостатком влаги (или ее избытком), неудовлетворительными температурными условиями, плохими физическими свойствами почвы, болезнями рас-



тений и другими причинами. Только после устранения причин, тормозящих рост растений, есть смысл увеличивать дозы удобрений.

Для определения прибавок урожая от внесенных доз удобрений надо знать коэффициенты использования элементов минерального питания. Однако величины этих коэффициентов очень приблизительны. Если принять для расчетов коэффициент использования томатами азота из минеральных удобрений равным 70%, фосфора — 20% и калия — 90%, то окажется, что для получения прибавки урожая в 100 ц плодов томатов в нечерноземной зоне надо внести в виде минеральных удобрений 45 кг N, 55 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 50 кг K<sub>2</sub>O.

В опытах, проведенных сетью опытных станций института овощного хозяйства, применявшиеся дозы удобрений в количестве 60—90 кг/га действующего начала должны были давать прибавки урожаев плодов томатов около 100—150 ц/га. Однако результаты этих опытов (Журбицкий, 1948; таблица 63) показали, что в черноземной зоне наблюдался

Таблица 63

Влияние полного минерального удобрения на урожай томатов (дозы N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O от 60 до 90 кг/га)

Почвы	Урожай, ц/га		Прибавка от НРК, ц/га
	без удобрений	по НРК	
Подзолистые супесчаные . . . . .	201	357	156
Подзолистые суглинистые . . . . .	138	263	125
Пойма р. Дона . . . . .	240	319	79
Аллювиальные почвы р. Ахтубы . . . . .	356	445	89
Выщелоченный чернозем Западной Сибири . .	95	164	69

недобор урожая по сравнению с расчетным, вместо 100 ц прибавка составляла только 69—89 ц/га, что могло объясняться недостатком влаги. В подзолистой зоне полученные прибавки отвечали расчетам, т. е. были в пределах от 100 до 150 ц/га.

Результаты одного из опытов, приведенные в табл. 60, показывают, что при благоприятных условиях в нечерноземной зоне даже при высоких дозах N—130, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>—120, K<sub>2</sub>O—150 прибавка урожаев в 177 ц/га по сравнению с вариантом 60—30—60 соответствует расчетам.

Томаты хорошо реагируют и на органические удобрения. Навоз содержит много калия и легкодоступного фосфора, что способствует ускоренному созреванию плодов. Азота в доступной форме навоз содержит всего около 25% от общего содержания этого элемента. При внесении высоких доз навоза иногда наблюдается жирование кустов томатов, которое

можно объяснить скорее обильным снабжением растений ростовыми веществами, чем избытком азота.

При изучении питания растений, и в частности томатов, исследователи обычно пытаются эмпирически найти оптимальные дозы и соотношения питательных элементов. Примером таких исследований может служить работа Мори и Абе (Mori, Abe, 1956). При выращивании томатов в водных культурах со сменными растворами на питательной смеси Хоглянда авторы испытывали четыре концентрации питательного раствора и четыре дозы азота при нормальной концентрации остальных питательных элементов.

Соотношение  $N : P_2O_5 : K_2O$  в питательной смеси Хоглянда составляет 41 : 19 : 40, что не совсем подходит для томатов, которые, по нашим данным (Журбицкий, 1948, 1963), требуют соотношения 37 : 13 : 50. Растения, выращенные на смеси Хоглянда (2 РК), содержали  $N : P_2O_5 : K_2O$  в соотношении, равном 34 : 21 : 45, т. е. они отчетливо проявили повышенную потребность в калии. Сильное поглощение фосфора вообще характерно для водных культур. Когда же питательная смесь была еще ухудшена увеличением дозы азота в два раза по сравнению с остальными элементами (соотношение 59 : 13 : 28), соотношение  $N : P_2O_5 : K_2O$  в растениях также ухудшилось и составило 43 : 17 : 40, что не характерно для томатов. При этом урожай снизился не особенно сильно (с 4,29— до 4,17 кг с одного сосуда), но заметно задержалось созревание плодов, а в последнем варианте вызрело только 57% плодов.

Сходная работа была проведена Нойбертом (Neubert, 1959), который в полевом опыте испытывал дозы азота от 0 до 320 кг/га. Наименьшая из испытывавшихся доз, равная 20 кг/га, дала на каждый килограмм азота прибавку в размере 3,5 кг плодов; следующее повышение дозы дало прибавку только в размере 1,3 кг; при внесении 80 кг азота на 1 га последние 40 кг дали на 1 кг N прибавку урожая только в размере 0,4 кг.

На состав растений томатов большое влияние оказывает форма азотного питания: при аммонийном питании в листьях накапливается значительно больше аминокислот, чем при нитратном (Margolis, 1960). При аммонийном питании в листьях накапливается много аспарагина и глутамина; при нитратном питании аспарагин отсутствует, а накапливаются глутаминовая, аспарагиновая и  $\alpha$ -аминомасляная кислоты.

При замене аммиачного питания нитратным отмечается быстрое возрастание содержания органических кислот и увеличение количества минеральных катионов ( $Coic$  и др., 1962). Скручивание молодых листьев, вызванное недостатком воды при аммиачном питании, исчезает при переходе на нитратное питание в течение суток.

На состав органических кислот в растениях влияет также обеспеченность их калием. При недостатке калия уменьшается содержание яблочной и щавелевой кислоты и увеличивается количество лимонной,  $\alpha$ -кетоглутаровой и глиоксалевой кислот.

Еще сравнительно мало для повышения урожаев томатов и улучшения их качества используется питание растений микроэлементами. Для нормального роста корневой системы томатов необходимо содержание бора в питательном растворе не менее 0,1 мг/л (Luke и др., 1961), а для полного излечения плодов томатов от внутреннего и наружного побурения необходимо вносить бор в количестве 2,5 мг/л.

Обобщенные данные о влиянии обычно применяемых доз удобрений на качество томатов приводятся в сводке В. В. Арасимовича и др. (1961), где средние данные составлены авторами на основании обобщения многих работ.

Возрастающие дозы минеральных удобрений заметно улучшали качество плодов томатов (табл. 64; Журбицкий, 1960).

Таблица 64

Влияние доз удобрений на качество плодов томатов сорта Пьеретта  
(% на сырое вещество)

Дозы удобрений, г на одно растение	Инвертный сахар	Общая кислотность	Сухое вещество
Одинарная N—3; P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> —3; K <sub>2</sub> O—4	2,44	0,65	6,07
Двойная . . . . .	2,78	0,75	9,10
Тройная . . . . .	3,80	0,85	—

Большое влияние на качество плодов томатов оказывают калийные удобрения, причем особая роль при этом принадлежит натрию, который содержится в значительных количествах в низкопроцентных калийных удобрениях. Добавление хлористого натрия к хлористому калию всегда увеличивало содержание сахаров в плодах томатов (Журбицкий, 1960).

Такие же результаты были получены в институте овощного хозяйства, где в вегетационных опытах испытывались различные формы калийных удобрений (табл. 65).

В условиях защищенного грунта удобрения также улучшают качество плодов томатов (табл. 66).

Содержание сахара в плодах томатов, выращенных в теплицах, значительно ниже, чем при выращивании их в открытом грунте. Однако отдельные сорта томатов дают ценные плоды и в условиях защищенного грунта (Журбицкий, 1955; табл. 67).

Качество плодов томатов может быть существенно изменено также соответствующим уходом за растениями, в част-

Таблица 65

**Влияние различных форм калийных удобрений на качество плодов  
томатов в % на сырое вещество**

Удобрения	Сухое вещество	Сахар после инверсии	Общая кислот- ность по яб- лочной кислоте
Без удобрений . . . . .	5,15	2,64	0,45
NP . . . . .	5,64	2,70	0,62
NP+KCl . . . . .	5,38	2,70	0,33
NP+40%KCl+NaCl . . . . .	5,75	2,85	0,35
NP+KCl+дунит . . . . .	4,97	2,87	0,38
NP+KCl+электролит . . . . .	5,81	2,83	0,40

Таблица 66

**Влияние удобрений на качество плодов томатов в условиях защищенного  
грунта (в % на сырой вес)**

Удобрения	Сухое вещество	Сахар после инверсии	Общая кислот- ность по яб- лочной кислоте
Без минеральных удобрений . . . . .	5,50	1,79	0,52
НРК (обычные формы удобрений)	5,60	1,99	0,49
НРК (N мочевины) . . . . .	5,67	2,07	0,55
НРК (в форме нитрофоски черной)	5,53	2,00	0,54
Птичий помет (после брожения) . . . . .	5,78	1,84	0,54

Таблица 67

**Качество плодов различных сортов томатов в защищенном грунте  
(в % на сырой вес)**

Сорта	Сухое вещество	Инверт- ный сахар	Общая кислот- ность	Витамин С, мг %	Отношение сахар кислота
Брек-о-дей . . . . .	8,27	3,89	0,53	12,7	7,3
Притчард . . . . .	6,69	3,14	0,34	8,4	9,2
Эльза Крейг . . . . .	6,85	2,73	0,43	14,0	6,3
Бизон х Первая жатва . . . . .	7,03	2,48	0,65	13,9	3,8
Бирючуктский 416 . . . . .	6,87	2,37	0,64	11,6	3,7
Лучший из всех . . . . .	6,22	2,11	0,48	10,0	4,4
Ранний Вишерский . . . . .	5,22	1,78	0,54	10,6	3,3
Буденовка 363 . . . . .	5,09	1,66	0,42	8,2	4,0

ности рациональным пасынкованием. Между тем пасынкова-  
ние до сих пор проводится чисто эмпирически. Надлежащего  
физиологического обоснования этому приему еще не дано.

Как показали исследования З. И. Журбицкого (1949),  
более ценными для повышения урожая плодов и особенно  
для повышения их сахаристости являются те листья, в кото-  
рых выше синтезирующая активность инвертазы. Листья па-

сынков, образующихся выше первой кисти, резко отличаются по направленности действия инвертазы от листьев пасынков, расположенных ниже первой кисти (табл. 68).

Листья пасынков, образующихся выше первой кисти, отличаются более интенсивным синтезирующим действием инвертазы, поэтому оставление этих пасынков на растениях повышает урожай плодов и улучшает их качество.

Прибавка урожая плодов благодаря оставлению на растениях листьев верхних пасынков достигала 24—47%; кроме того, одновременно улучшалось и качество плодов (табл. 69).

Удаление нижних старых листьев на главном побеге способствует дальнейшему повышению урожая; в опыте с сортом Буденовка этот прием повысил урожай плодов до 1220 г. Это можно объяснить полным отсутствием синтетической активности инвертазы в нижних листьях.

Таблица 68

**Направленность работы инвертазы в листьях пасынков томатов**

Листья пасынков	%	
	Синтезировано сахарозы в % от количества введенных в листья моносахаров	Инvertировано сахарозы в % от количества введенного в листья
Верхний	12,1	63,6
Средний	10,0	64,0
Нижний	8,1	70,9

*Пасынки выше первой кисти*

Верхний	12,1	63,6
Средний	10,0	64,0
Нижний	8,1	70,9

*Пасынки ниже первой кисти*

Верхний	0,0	66,8
Средний	5,3	68,7
Нижний	10,6	58,3

Таблица 69

**Влияние приемов пасынкования на качество плодов томатов**

Сорта	Варианты пасынкования	Урожай плодов, г/растение	%		
			сухого вещества	общего сахара	кислотности по яблочной кислоте
Буденовка	Обычный в 2 стебля	800	5,88	1,77	0,76
	Ниже 1-й кисти пасынки удалены, у остальных прищиплены бутоны	1150	6,70	2,65	0,67
Бизон	Обычный в 2 стебля	730	5,84	2,12	0,51
	Ниже 1-й кисти пасынки удалены, у остальных прищиплены бутоны	1075	6,07	2,25	0,66

В одном из опытов в верхнем листе на главном стебле инвертаза синтезировала 12% сахарозы от введенных в лист моносахаров; для листьев среднего яруса эта величина составила 3%, а для нижних листьев она равнялась нулю (Журбицкий, 1949).

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ПЕРЦЕВ И БАКЛАЖАНОВ

О потребности перцев и баклажанов в питательных элементах в литературе почти нет никаких данных. Во всех руководствах под эти культуры рекомендуется вносить те же удобрения, что и под томаты.

В Болгарии с культурой перцев было проведено несколько полевых опытов (Попов и Христов, 1957). По фону 100 т/га навоза ранний сорт Сиврия дал урожай в размере 568 ц/га; внесение на этом фоне в два приема 8 ц/га лейнафоса повысило урожай до 739 ц/га, т. е. прибавка составила 30,2%; внесение 8 ц/га нитрофоски дало несколько меньший урожай плодов перца — 708 ц/га. По-видимому, при выращивании культуры на мало выщелоченных почвах при таком высоком фоне навоза растения не нуждались в дополнительном внесении калия.

В опыте с поздним сортом перца Калинков № 805 при внесении навоза было получено 344 ц плодов с гектара. Внесение лейнафоса вразброс повысило урожай до 492,5 ц/га, т. е. на 43%, а при внесении его в гнезда было получено 455,2 ц/га. Площадь питания была небольшая (40 × 40 см), и этим авторы объясняют отсутствие существенных различий между внесением удобрений вразброс и в лунки. Однако скорее можно думать, что принятая доза удобрений была слишком велика для луночного внесения и задержала рост растений вследствие чрезмерного повышения концентрации почвенного раствора.

В опыте, в котором изучалось влияние соотношений в удобрениях между азотом, фосфором и калием на урожай перца сорта Сиврия № 600 при внесении навоза без внесения минеральных удобрений урожай составил 508,9 ц/га. Внесение N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в соотношении 6 : 8 : 8 повысило урожай до 581,1 ц/га. Самый высокий урожай плодов перца в размере 619 ц/га был получен при внесении N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O в соотношении 2 : 2 : 2. Удвоение только дозы азота или только дозы фосфора снижало урожай по сравнению с NPK.

В опытах, проведенных в Польше (Jaruszewski, Owsiany, 1958) с испанским перцем, внесение NPK увеличивало урожай на 49%, внесение NP давало несколько меньшие прибавки урожая.

Из всех этих опытов можно сделать вывод, что перец хорошо отзывается на высокие дозы навоза и минеральных удобрений.

В СССР опыты с болгарским перцем проводились на Крымской опытной станции при выращивании культуры на темноцветном каштановом суглинке; в среднем из трех опытов урожай без удобрений был равен 127 ц/га, прибавка при внесении N 60, P 120 и K 120 составила только 12 ц/га. Это

связано, по-видимому, с недостатком влаги, так как в этих условиях надлежащий эффект от внесения удобрений не мог проявиться. Дополнительное внесение навоза не обеспечивало повышения урожая.

На Кутаисской опытной станции при выращивании перца на аллювиальном суглинке урожай культуры без удобрений составил 108 ц/га, а прибавка при внесении N120, P120, K120 составила 47 ц/га. Наибольшее значение в этом опыте имело внесение калия, потому что внесение азота и фосфора дало только 6 ц/га прибавки, тогда как внесение азота и калия дало 30 ц/га, а фосфора и калия — 42 ц/га прибавки урожая.

Опыты, проведенные в Молдавии в орошаемых условиях (дождевание), показали высокую эффективность удобрений при культуре перца (Патрон, 1967). В опытах с местными сортами перца в среднем за 3 года были получены урожаи выше 600 ц/га (табл. 70).

На недоброустроенном фоне более высокие урожаи были получены при меньшем загущении посевов, а при внесении удобрений увеличение числа растений до 133 тыс. на гектар заметно увеличивало урожай. Дальнейшее увеличение числа растений (до 160 тыс. на гектар) уже не давало положительного эффекта даже при внесении удобрений.

Внесение удобрений существенно повышало поглощение растениями питательных элементов (табл. 71).

Соотношение N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O, усвояемых растениями, было близко к 39 : 10 : 51. Во внесенных удобрениях был большой избыток азота, который в значительной мере исправлялся тем, что почвы были богаты фосфором и калием; однако калия, по-видимому, растениям не хватало, поскольку подсчеты П. И. Патрона показали, что коэффициент использо-

Таблица 70

Влияние доз удобрений и густоты посадки на урожай перца в ц/га  
(средние данные за 3 года)

Тысяч растений на 1 га	Внесение удобрения (NPK+перегной)	Сорт Гогошари		Сорт Восковой	
		урожай	прибавка	урожай	прибавка
107	Без удобрений	330	—	341	—
	180—45—30+10 т перегноя	458	128	468	127
	360—90—60+20 т перегноя	510	180	551	210
133	Без удобрений	312	—	350	—
	180—45—30+10 т перегноя	509	197	563	213
	360—90—60+20 т перегноя	605	293	658	308

Усвоение перцем (сорт Гогошари) питательных элементов в кг/га при различной густоте посадки (среднее за 2 года)

Число растений, тыс/га	Внесение удобрений (NPK+перегной)	Усвоено			Соотношения			Усвоено на 100 ц тов. продукции		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
107	Без удобрений	167	44	228	38,0	10,0	52,0	51	13	69
	180—45—30+10 т перегной	260	66	329	39,8	10,1	50,1	55	14	69
	360—90—60+20 т перегной	340	88	432	39,6	10,1	50,3	67	17	85
133	Без удобрений	165	43	230	37,6	9,8	52,5	53	14	74
	180—45—30+10 т перегной	281	70	360	39,5	9,8	50,7	55	14	71
	360—90—60+20 т перегной	365	93	470	39,4	10,0	50,6	60	15	78

вания калия из почвы был выше 100%. Это значит, что растения, получившие много азота, использовали больше почвенного калия, чем растения контрольного варианта, т. е. во внесенных удобрениях калий был в минимуме. Коэффициент использования фосфора был также высок (до 30,9%), тогда как обычно он бывает ниже 20%.

Использование азота достигало только 50%, тогда как при правильных соотношениях оно бывает выше 70%. Все это говорит о том, что соотношения питательных элементов в почве после внесения удобрений не вполне соответствовали потребностям выращиваемых растений.

Учитывая это обстоятельство, надо считать, что более правильно потребность растений для образования 100 ц товарной продукции перца отражают данные по неудобренному варианту и по меньшей дозе удобрений, т. е. около 53 кг азота, 14 кг фосфора и 70 кг калия.

Баклажаны на Крымской опытной станции без удобрений дали урожай в размере 190 ц/га, а внесение полного минерального удобрения повысило урожай на 14 ц/га; на Кутаисской опытной станции без удобрений урожай баклажанов равнялся 80 ц/га, а прибавка при внесении минеральных удобрений составила 37 ц/га.

На овощной опытной станции штата Род-Айленд на востоке США в овощном севообороте баклажаны давали самый высокий урожай от 156 до 198 ц/га при внесении 80 т/га навоза с добавлением N<sub>55</sub>P<sub>200</sub>K<sub>44</sub>. Уменьшение дозы навоза до 40 т/га заметно снижало урожай (Hartwell, Damon, 1914).



## УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ

На формирование урожая растений отрицательное влияние оказывают различные неблагоприятные условия: холод и жара, засуха и переувлажнение, засоление почвы и болезни растений. Чтобы уметь защищать растения, нужно знать, как влияют на растение эти неблагоприятные условия произрастания.

Пасленовые культуры возделываются главным образом в тех южных районах СССР, где погодные условия обычно сильно и быстро изменяются: в отдельные периоды наблюдается недостаток осадков или смена прохладной и влажной погоды на жаркую и засушливую; часто наблюдаются неблагоприятные возвратные весенние и даже летние холода. После высадки рассады в грунт растения также попадают в условия пониженных температур.

Неблагоприятные условия произрастания отрицательно отражаются на обмене веществ, что ведет к ослаблению роста растений и снижению урожая.

### ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

Природа холодостойкости растений, т. е. повреждения и гибели теплолюбивых культур при низких положительных температурах ( $+3^{\circ}$ )—( $+7^{\circ}$ ), изучена слабо.

Овощные культуры различной холодостойкости в нормальных и тем более в неблагоприятных условиях для роста отличаются по глубине проникновения в почву корневой системы. В. П. Дадыкин (1952), работая в условиях севера, показал, что на холодных почвах Якутии корневая система холодостойких растений репы и редьки проникает на глубину до 70—80 см, а теплолюбивых растений (томатов) только до 25 см.

Летнее похолодание в северной зоне с понижением температуры до  $(+8) — (+10)^\circ$  вызывает у томатов задержку в росте и усиленное накопление антоциана в листьях («посинение»), а перцы и особенно баклажаны при этом начинают желтеть, что указывает на разрушение у них хлорофилла. В южных зонах (кроме горных районов) такие явления редки. С. М. Иванов (1935), проводя опыты при  $(+3) — (+5)^\circ$ , установил, что у теплолюбивых растений менее холодостойкими являются не листья, а корни.

В средней полосе повреждение растений холодом наблюдается часто. Например, в 1950 г. лето было холодным и дождливым, и в начале июля, когда томаты и огурцы уже зацвели, температура воздуха снижалась под Москвой до  $(+7) — (+10)^\circ$ , что привело к гибели теплолюбивых растений. В первые дни похолодания временное завядание растений отмечалось только ночью, а затем увядание стало необратимым. Аналогичные явления наблюдались в 1962 и 1965 гг. Это позволило заключить, что при низкой температуре поступление воды из почвы, нарушающее водный баланс надземных органов, замедлено, вследствие чего они начинают завядать; в этих условиях ослабевает поступление в растение питательных веществ, происходит разрушение хлорофилла, снижается фотосинтез и сосущая сила листьев. По данным З. И. Журбицкого и Д. В. Штраусберг (1959), при низкой температуре поступление минеральных веществ в растение томата ослабевает.

В. Н. Жолкевич (1955) показал, что при длительном охлаждении теплолюбивых растений в них усиливаются процессы распада органических веществ, вследствие чего возникает несоответствие между распадом и синтезом, разрыв между получением энергии в процессе дыхания и ее потреблением. Вследствие возникшего нарушения обмена веществ растения гибнут. Действие пониженных температур на томаты также состоит в увеличении вязкости протоплазмы, нарушении обмена веществ и разрушении при этом субмикроскопической структуры протоплазмы и хлоропластов (Генкель, 1965; Генкель, Кушниренко, 1966). В растениях происходит резкое снижение фотосинтеза и увеличивается извлекаемость хлорофилла вследствие нарушения связи его с белком стромы. Особенно вредно нарушение окислительных процессов в митохондриях (Генкель, 1966).

При воздействии на растения низкими положительными и особенно отрицательными температурами из всех органелл клетки наиболее устойчивыми являются митохондрии (Миляева, 1967).

Таким образом, при низких температурах нарушается почвенное и воздушное питание растений, вследствие чего они ослабевают и могут легко подвергаться различным за

болеваниям: физиологическому увяданию, бактериальным и вирусным болезням.

Продвижение всех теплолюбивых растений в северные районы всегда связано с необходимостью защиты их от холода и повышением холодостойкости. У нас впервые этой проблемой занимался Е. Г. Грачев, который работал с овощными культурами и кукурузой еще в 1876 г. Н. А. Максимов и М. А. Кроткина (1926) в своей работе о влиянии пониженных температур на вегетационный период растений также указывали на возможность повышения их холодостойкости.

А. В. Алпатьев (1944) уже давно ведет селекцию томатов на повышение их холодостойкости путем воздействия холодом на молодые сеянцы; таким путем выведены более холодостойкие сорта, продвигающиеся дальше на север. О. С. Энгель (1945) выдерживала плоды томатов 10 дней при температуре  $(+3) - (+5)^{\circ}$ , что привело к накоплению углекислого газа в плодах. Семена этих плодов после посева дали растения, у которых наблюдалось более раннее созревание плодов и урожай повышался на 24%.

А. Е. Воронова (1950) предложила проводить закалку растений ежедневной переменной температурой (днем 15—20°, ночью 0—5°). Автор предполагает, что при повышенной температуре в растении появляются новые клетки и ткани, а при пониженной, охлаждаясь, они закаляются, что ведет к усилению ростовых процессов и повышению урожая.

В последние годы проведены и некоторые физиологические наблюдения по холодостойкости овощных растений. Исследованиями А. С. Кружилина и М. А. Эрвальда (1954) было установлено ускорение развития закаленных растений перцев и баклажанов в условиях Рязани. Растения, выращенные из семян, прошедших закалку переменными температурами по методу А. Е. Вороновой, отличались повышенными физиологическими свойствами и лучшей приспособленностью к пониженным температурам (табл. 72).

Активность пероксидазы, дыхание и содержание аскорбиновой кислоты в листьях закаленных растений были выше,

Таблица 72  
Влияние закали на физиологические изменения и урожай перца и баклажана

Варианты	Активность пероксидазы, мг % пурпурогаллина		Содержание аскорбиновой кислоты, мг%		Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Урожай 50-растений, кг
	перец Ранний круглый	баклажан Карликовый ранний	перец Ранний круглый	баклажан Карликовый ранний		
Контроль	0,39	0,57	71,1	52,9	4,6	4,4
Закалка	0,52	0,68	74,5	64,8	6,0	6,5

чем у контрольных. Площадь первых листьев и урожай плодов (особенно ранних сборов) у закаленных растений были выше, чем у контрольных.

Д. А. Шутов с сотрудниками (1956) показали, что набухшие семена томатов после обработки их низкими температурами (закалка) в течение 16 суток дали более ранние всходы, лучший рост корней и проростков и содержали в листьях больше сахаров, чем контрольные растения. Растения томатов, выращенные из закаленных семян, содержали в листьях больше хлорофилла, а в плодах — сухих веществ и органических кислот (табл. 73).

Таблица 73

**Влияние заделки на изменение химического состава растений томатов сорта Брекодей**

Варианты опыта	Хлорофилл, мг/г листьев	% сухого вещества в плодах	Сахароза в плодах, % глюкозы на сырой вес	Кислотность, % яблочной к-ты на сырой вес
Контроль . . . . .	1,40	6,2	2,67	0,50
Охлаждение семян при 0° в течение 16 суток	1,57	7,1	3,13	0,67

Таким образом, обработка семян томатов пониженными температурами повышала холодостойкость растений, оказывая на них стимулирующее влияние. При этом ускорялось развитие растений, они давали более ранние зрелые плоды, и общий урожай повышался.

Период воздействия пониженными температурами в течение 8 суток оказался недостаточным, а обработка отрицательными температурами ниже —4° в течение более чем 4 суток несколько задерживала рост растений и снижала общий урожай плодов, хотя развитие растений и созревание плодов ускорялось.

П. А. Генкель и С. В. Кушниренко (1966) показали, что после закалки переменными температурами в растениях понижается вязкость протоплазмы и повышается устойчивость

Таблица 74

**Влияние закалки на фотосинтез томатов сорта Талалихин (мг углерода за 12 час на 1 дм<sup>2</sup> листьев)**

Варианты опыта	3/VI бутонизация	26/VI цветение	9/VII формирование зеленых плодов	20/VII начало созревания плодов
Контроль . . . . .	26,4	—3,8	50,4	9,2
Закалка . . . . .	59,3	+85,4	91,9	41,9

хлоропластов, что обуславливает повышение интенсивности фотосинтеза и урожая закаленных растений (табл. 74).

У закаленных растений в холодный период фотосинтез был в несколько раз выше, чем без закалки; П. А. Генкель и С. В. Кушниренко видят в этом важнейшую роль закалки для повышения урожая. К аналогичным выводам пришли Мюллер (Muller, 1959), В. Ф. Белик (1960), Эдвард, Шенкер (Edward, Shanker, 1960).

Исследованиями И. Л. Макаро (1956) показано, что закалка набухших семян переменными температурами по методу А. Е. Вороновой ускоряет рост и развитие растений и повышает урожай плодов; при этом достаточным является для закалки срок 10—20 суток при температуре 0 и +10° для семян. И. Л. Макаро считает, что закалка семян томатов должна продолжаться путем последующей закалки рассады при температуре не ниже 7—10°. Без этого эффективность закалки ниже. По данным И. Л. Макаро, в процессе закалки усиливается использование запасных сахаров и белков семян, активность окислительных ферментов повышается, а химический состав растений улучшается (табл. 75).

Таблица 75

**Влияние закалки на биохимические изменения в растениях томатов сорта Бизон**

Варианты опыта	Содержание в плодах			Активность			
				в семенах		в листьях	
	сухих веществ, %	витамина С, мг %	общего сахара, %	каталазы, мл 0,1 н. КМпО <sub>4</sub>	пероксидазы, мг %	каталазы, мл 0,1 н. КМпО <sub>4</sub>	пероксидазы, мг %
Контроль . . .	5,03	29,5	1,46	6,0	0,7	5,7	0,89
Закалка . . .	5,33	41,1	1,70	13,9	1,0	7,6	0,91

Последующие исследования И. Л. Макаро и А. В. Кондратьевой (1962) показали, что путем ежегодного наложения закалки на один и тот же материал устойчивость к низким отрицательным температурам повышается, однако достаточной была уже двухлетняя закалка. Более длительные повторные воздействия холодом не дают повышения холодоустойчивости и приводят даже к снижению ее вследствие падения вязкости протоплазмы; растения становятся более позднеспелыми, особенно при закалке семян отрицательными температурами, ниже (—1°) — (—2°) (табл. 76).

Аналогичные результаты получили А. Н. Левитин (1950) и Е. И. Малышев (1960) при работе с физалисом.

А. И. Визельман (1959) показал, что при выращивании рассады томатов в парниках ее лучше закалывать при тем-

## Влияние повторной закалки семян на холодоустойчивость растений томатов

Варианты опыта	% живых клеток в листьях после получасовой инкубации растений при (-1,5)—(-2)°	% сохранившихся растений после длительного похолодания при 0—(+10)°	Вязкость протоплазмы (время смещения хлоропластов), мин
Контроль . . . . .	10,1	42	3,5
Закалка одного года . . . . .	76,0	55	3,0
Закалка двух лет . . . . .	77,0	57	2,5
Закалка трех лет . . . . .	33,4	53	2,0
Закалка четырех лет . . . . .	16,3	54	1,5

пературе 8—12°, чем при температуре 14—17°. Кальверт (Calvert, 1957, 1959) установил, что для ускорения плодоношения томатов необходимо в первые три недели после всходов поддерживать температуру ниже 13°, а в момент прорастания семян и при появлении первого листа выше 20°.

П. Карталов и А. Махов (1955) для условий Болгарии рекомендуют следующие температурные условия закалки рассады томатов: в период прорастания семян 18—20°, позже в течение 2 недель 7—10°, а с появлением первого настоящего листа и до начала пикировки 15—16°. Перцы закаляют при 13—15° все время, а за несколько дней до высадки рассады температуру в парниках снижают. Листья такой рассады отличаются более толстой кутикулой, а растения характеризуются пониженной интенсивностью транспирации и выдерживают температуру от (-2) до (+3)—(+5)°. У закаленных растений проницаемость протоплазмы выше, активность каталазы, пероксидазы и полифенолоксидазы ниже, а в плодах содержится больше сахаров и сухих веществ. Закаленные растения развиваются быстрее и раньше дают зрелые плоды.

В Болгарии в условиях открытого грунта выращивается на экспорт много ранних овощей, особенно томатов; при выращивании томатов используется гибридный сорт 10×Бизон. Главными элементами агротехники ранних томатов являются следующие: рассаду выращивают в питательных кубиках, закаляют перед высадкой путем понижения температуры в парниках, прищипку растений делают над четвертой кистью и используют для защиты полиэтиленовые пленки.

Аналогичные приемы выращивания рассады рекомендуют П. И. Виноградов (1959) в Молдавии и в Крыму Г. Г. Батикян и Д. П. Чолохян (1957) для горных условий Армении, К. Д. Сукорцева для центральной полосы СССР, А. Горбанева для Волгограда и других южных областей.

В условиях короткого лета Забайкалья рассаду томатов целесообразно выращивать в парниках, но при высокой интенсивности света и коротком 10—12-часовом дне, в условиях пониженных температур (15—18°) и невысокой влажности почвы. Такая рассада после высадки ее в грунт приживается быстрее и дает более ранний и высокий урожай плодов.

К. Д. Шупак (1964) установила, что выращивание рассады томатов в парниках при температуре на 5—6° ниже нормы (закалка) усиливает образование репродуктивных органов и уменьшает в последующем их опадение. При этом замедляется старение растений, азота в их листьях содержится больше, а фотосинтез был интенсивнее.

О. А. Зауралов (1957) показал, что при закаливании семян томатов повышается активность ферментов и содержание аскорбиновой кислоты в листьях, усиливается рост растений, увеличивается урожай и улучшается качество плодов по содержанию в них сахаров и сухих веществ. Л. Н. Бабушкин (1959) и С. В. Кушниренко (1958) указывают на увеличение интенсивности дыхания и повышение урожая у закаленных растений томатов. Отмечается также накопление у закаленных растений физиологически активных веществ (Бойчук, 1960 и др.). В. М. Богатов (1956, 1958) показал, что наилучший эффект закалки семян баклажанов получается при температурах (+5)—(+10)°. Вагнерова (Vagnerova, 1959) указывает на возможность ускорения плодоношения перца путем обработки семян при 22° в течение 5—10 дней.

Однако имеются и другие данные. Например, Биелка (Bielka, 1960) после закалки томатов не получил ускорения развития растений.

И. Л. Макаро предполагает, что задержка цветения томатов после их многократной закалки к холоду обусловлена общим замедлением развития растений.

Таким образом, закалка изменяет обмен веществ и обуславливает повышение устойчивости растений к более низкой температуре. Это подтверждается широким опытом селекционеров, которые методом многократного воздействия и отборов вывели более холодостойкие сорта теплолюбивых растений (томатов, проса и др.) для северных районов. Эти сорта устойчивы к пониженным температурам и приспособлены к более длинному дню. Следовательно, применение закалки очень важно для селекции, при воспитании и отборе гибридов, а также для семеноводства.

Наибольшие изменения растений возможны при воздействии на них на грани минимума температур, необходимых для роста и в переломный «критический» момент перехода растений от одной стадии к другой. Такие воздействия изменяют реакцию растений на внешние условия, когда происхо-

дит смена типов обмена веществ и отдельных ферментных систем. Растения в это время более лабильны, пластичны и лучше приспосабливаются к неблагоприятным условиям среды. Такое влияние, по-видимому, будет сильнее при воздействии на активные первичные меристемы молодых проростков, когда растение переходит на самостоятельное аутоτροφное питание.

Следует различать два типа повышения устойчивости теплолюбивых растений к холоду: 1) биологическая закалка, связанная с возрастанием устойчивости протоплазмы клеток к пониженным температурам путем выдерживания проростков и растений на холоду; 2) защита проростков от вредных микроорганизмов и насекомых путем опудривания и парафинирования семян и другими способами, не ведущими к закалке самого растения.

К этим выводам приводят прямые опыты с закалкой семян кукурузы, арбузов, сои и других теплолюбивых растений (Кружилин, 1964). Оказалось, что на семена лучше воздействовать температурой около  $(+7) - (+9)^\circ$ , а не  $0 - (+2)^\circ$  и закалять следует не проросшие семена, а только набухшие, когда первичная меристема у них только начинает активизироваться.

Было выяснено также, что закалка к холоду более холодостойких растений (горох, чина, подсолнечник и др.) не дает положительных результатов. Закалка к холоду является более эффективной в северных районах, а в годы с холодной весной и на юге.

Как указывалось выше, Д. А. Шутов и Н. В. Беляев (1956) считают закалку стимуляцией ростовых процессов. К этому мнению присоединяется и И. Л. Макаро (1962), называя ускоряющиеся в развитии растения возрастными старыми. Однако если не учитывать происходящие при закалке изменения в растении, то вывод о старении противоречит усилению позднеспелости («омоложения») при многократных закатках, которую И. Л. Макаро наблюдал в своих же опытах.

Данные, полученные А. В. Благовещенским (1950), приводят нас к пониманию биохимической природы действия низких положительных температур на растения. Автор проводил опыты с огурцами и другими растениями и показал, что в проростках при охлаждении накапливаются дикарбоновые кислоты (аспарагиновая, яблочная, фумаровая, янтарная и др.), а воздействие этих кислот на ферменты оказывает влияние, аналогичное тому, которое наблюдается при консервации тканей низкими температурами, переносимыми растениями.

Для повышения холодостойкости пасленовых и других растений и устойчивости их к болезням в северных и горных районах используют не только закалку, но также определен-



ную систему удобрений, защитные кулисы и др. Например, в северной зоне важна роль кулис из высокостебельных растений, ослабляющих силу ветра и обуславливающих повышение температуры воздуха в травостое (Алисов, 1950).

Положительный эффект дает прививка рассады пасленовых в грунте на всходы других растений, имеющих более устойчивую корневую систему, например, прививка баклажанов на томат (Крыжановский, 1955, 1957), томата на дикий паслен (Edward, 1960) и т. д. Закалку растений к холоду можно повысить путем химической обработки семян марганцем, гиббереллином и др. И. Н. Коновалов (1958) получил положительный результат даже путем замачивания семян томатов и огурцов в вытяжках бадана (*Bergenia crassifolia*) в растворах метиленовой сини и гидрохинона, а Чоудхури и Сингх (Choudhury, Singh, 1960) — при замачивании семян в индолилуксусной и пропионовой кислотах, 2—4Д и др.

В центральной полосе СССР, где возможен возврат холодов, семена томатов и других культур иногда долго не прорастают и могут погибнуть (Скрипниченко, 1941; Алпатьев, 1944; Демусенко, Зайцев, 1948 и др.). Наибольший вред пониженные температуры приносят растениям при раннем сроке высадки рассады. Поэтому в обоих случаях важную роль играет закалка.

Сроки посева семян и высадки рассады важны для получения устойчивых насаждений; они зависят не только от физиологических особенностей растений, но в первую очередь от их реакции на температуру. Например, под Москвой рассаду томатов высаживают в грунт в начале июня, когда минуют последние отрицательные ночные температуры, а на 900—1000 км южнее, в северных районах Ростовской области (Вешенский и другие районы), казалось, можно было бы высаживать томаты на целый месяц раньше, в начале мая. Однако и в тех условиях бывают поздние заморозки в середине мая, а в отдельные годы и еще позднее (в 1959 г. — 25—30 мая, а в 1967 г. — 5—6 июня), когда от мороза погибают не только томаты, но и капуста, просо и др. Правда, в эти годы почки на побегах томатов сохранились после гибели листьев и хорошо отросли, но дали поздний урожай.

На юге, даже в зонах, расположенных на одной широте, бывают резкие различия в погодных условиях. Например, Шомос (Sómos, 1959) указывает, что в Венгрии на 48° с. ш. томаты высевают в грунт в начале марта, а рассаду можно высаживать в конце апреля. В северных районах Ростовской области, расположенных почти на той же широте (около 49° с. ш.), в марте лежит снег, в конце апреля можно высаживать только раннюю капусту, а высадку томатов проводить лишь в середине мая, т. е. почти на месяц позже.

В устойчивости растений к морозу немалую роль игра-

ет и рельеф местности. Например, В. А. Куц (1962) сообщает, что в Ростовской области томаты в середине апреля выдерживали заморозки до  $(-1,2) - (-1,9^\circ)$  при высадке рассады 5 апреля не только потому, что она была закалена, но и потому, что плантация была расположена на крутом южном склоне, где почва была меньше увлажнена, быстрее и лучше прогревалась, а ночью холодный воздух не застаивался, как это бывает в низинах.

### ВЛИЯНИЕ МИКРОФЛОРЫ ПОЧВЫ НА УВЯДАНИЕ РАСТЕНИЙ

Причины гибели растений при действии низких положительных температур могут быть связаны и с микробиологическими процессами в почве, идущими в зоне корневой системы. Л. А. Незговоров и А. К. Соловьев (1957, 1959) установили, что гибель теплолюбивых растений (томаты, перцы, баклажаны, огурцы и др.) летом в холодную и сырую погоду зачастую обуславливается повреждением корневой системы, появлением корневых гнилей. Поэтому одновременно с повышением холодостойкости растений необходимо бороться с почвенными грибами-паразитами. Авторами показано, что обработка семян и почвы фунгисидами позволяет растениям лучше переносить временное понижение температуры (табл. 77).

Таблица 77

Гибель всходов (%) пасленовых растений после семидневного охлаждения

Культура и сорт	На стерильной почве	На почве с фунгисидами (ТМТД и др.)	На обычной почве	
			без протравливания семян	с протравливанием семян
Баклажаны Донские 14 . . . . .	0	4,7	49,5	10,7
Баклажаны Деликатес . . . . .	1,0	8,2	80,8	19,6
Перец Болгарский . . . . .	41,5	64,9	99,1	99,2

За время охлаждения на стерильной почве гибели растений не было; в почве, обработанной фунгисидами, погибло 1,2—3,1% баклажанов и 5,4% перцев. На обычной почве погибло баклажанов сорта Донские 28%, Деликатес — 44,7%, перца — 38%. Гибель растений через трое суток отрастания после охлаждения возрастала, но была значительно меньше на стерильной или обработанной фунгисидами почве. Большая гибель в этих условиях всходов перца обуславливается тем, что температура была ниже границы холодоустойчивости, свойственной данному виду растений. Но и здесь удаление грибов уменьшило гибель.

Повышенная патогенность микрофлоры в холодной почве отрицательно сказывается не только на холодостойкости всходов, но и более взрослых растений. Для подтверждения этого факта Л. А. Незговоровым и А. К. Соловьевым был проведен опыт с четырьмя сортами перцев: Украинским, Майкопским, Болгарским и Новочеркасским. Охлаждение растений производилось в течение 13 суток в камере с люминесцентным освещением при 5—8°, а затем они переносились

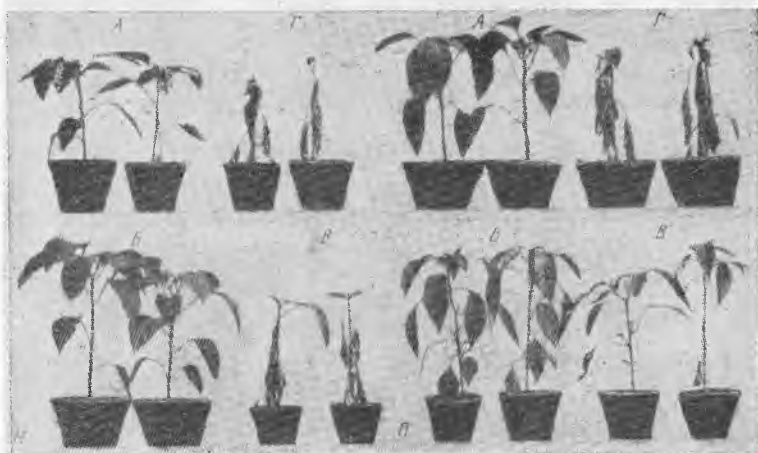


Рис. 29. Влияние 13-суточного охлаждения растений перца сортов Новочеркасский (А), Болгарский (Б), Малконский (В), Украинский (Г) после 5-суточного отрастания: Н — на почве без препарата; П — на почве с ТМТД

в теплую оранжерею. За время охлаждения у растений, высаженных после охлаждения в обычную почву, почти все листья сильно подвядали и края их начали подсыхать. У перца сорта Украинский большая часть листьев восстановила тургор и сохранилась. Перец сорта Новочеркасский оказался очень нехолодостойким, почти все подвявшие листья у него опали. Остальные два сорта занимали промежуточное положение (рис. 29).

При высаживании охлажденных растений в почву с ТМТД все сорта пострадали от холода гораздо меньше, у неустойчивых сортов опало 17—24% листьев, тогда как на обычной почве — 65—89%. Различия между сортами проявились и при последующем 45-суточном отрастании перцев после их охлаждения, особенно в отношении сухого веса корней (рис. 30). При низких температурах поглощение воды у растений, растущих на почве с ТМДТ, происходило несколько

интенсивнее, чем на обычной почве. По-видимому, использование ТМДТ для борьбы с патогенными почвенными грибами заслуживает широкой проверки и применения во всех случаях, когда ожидается, что посевы могут подвергнуться воздействию низких положительных температур, приостанавливающих рост растений.

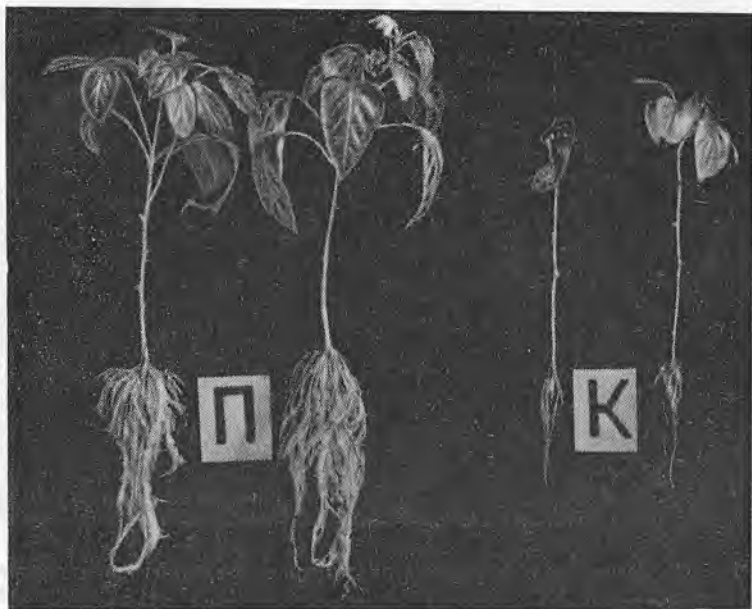


Рис. 30. Перец Болгарский через 45 суток отрастания после 13-суточного охлаждения: П — на почве с ТМДТ; К — на почве без препарата

### ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Пасленовые растения в сравнении с полевыми культурами отличаются недостаточной засухоустойчивостью, поэтому воздушная и особенно почвенная засуха тормозят рост и резко снижают их урожай. Эти растения иногда испытывают угнетение в росте, несмотря на оптимальную влажность почвы, особенно при резких изменениях погоды. Например, в 1951 г. в Крыму, на Кубани и на юге Ставропольского края, а в 1952 г. в Саратовской области после прохладной погоды, обильных осадков и поливов резкий переход к жаркой и сухой погоде вызвал запал растений от перегрева воды в тканях. Вследствие быстрого (за 3—5 дней) необратимого физиологического увядания от водного дефицита при высо-

кой транспирации наблюдалось засыхание и гибель листьев томатов и других культур. Аналогичная картина усыхания листьев баклажана и картофеля наблюдалась на Кубани в 1961 г. вследствие резкого перехода от прохладной и влажной погоды к засухе и высокой температуре. Только штамбовые сорта томатов, имеющие меньшую испаряющую площадь листьев и укороченные побеги, т. е. сокращенные пути передвижения воды, лучше сводили свой водный баланс и могли выдерживать указанные неблагоприятные условия.

П. А. Генкель с сотрудниками (1966) показали, что почвенная и атмосферная засуха отрицательно влияют на состояние протоплазмы и биохимические процессы в растениях томатов. Закалка растений путем предпосевного намачивания и подсушивания семян повышает засухоустойчивость и улучшает физиологические свойства растений (табл. 78).

Таблица 78

**Влияние закалки к засухе на физиологические свойства томатов сорта Эрлиана**

Вариант опыта	Состояние протоплазмы листьев после почвенной засухи в фазе бутонизации		Количество крахмала в фазе бутонизации после атмосферной засухи (по крахмальной пробе)	Поглощающая поверхность корней в фазе цветения		
	вязкость, мин	эластичность, мин		объем, см <sup>3</sup>	общая	активная
Контроль	29	10	мало	13,8	6,32	2,98
Закаленные	37	13	много	15,3	9,46	5,22

Вязкость и эластичность протоплазмы оказались у закаленных растений более высокими; поглощающая поверхность корней (особенно активных), оводненность хлоропластов и содержание крахмала в листьях были также выше у закаленных растений. При воздействии на растения в искусственных условиях почвенной засухой, воздухом высокой температуры (45—40°) и влажности (25—27%) при скорости ветра 7—9 м в секунду, закаленные растения оказались более засухоустойчивыми и жароустойчивыми и дали высокий урожай. В результате закалки у таких растений также возрастала устойчивость к засухе митохондрий и окислительного обмена.

Пасленовые овощные культуры в засушливых районах обычно орошаются, поэтому засуха (особенно почвенная) в этих условиях не представляет угрозы для их урожая; наибольший вред часто приносят похолодания и заморозки. Помимо орошения мерами борьбы с засухой является также разработка специальных приемов агротехники, подбор сортов и пр.

## УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К БОЛЕЗНЯМ

Отрицательные физиологические явления наблюдаются при поражении пасленовых растений болезнями и насекомыми. Этому способствует высокая сахаристость плодов и других продуктивных органов, вследствие чего в наибольшей степени поражаются плоды томатов и других растений. Нежные покровные ткани листьев и кожуры плодов облегчают поражение этих органов грибными заболеваниями и насекомыми. Благодаря высокой влажности в травостое овощных часто создаются благоприятные условия для развития болезней и размножения насекомых.

А. П. Харьков (1965) приводит данные о вредоносности вертициллезного увядания пасленовых в Молдавии. Жарким и засушливым летом 1963 г. увядало 70—85% растений, что снизило урожай плодов всех сортов перцев на 42—66%, а баклажанов сорта Донской-14 — на 39%. При низком уровне агротехники наблюдалась полная гибель растений. Резкое похолодание, наступившее в июле, а затем в сентябре, когда наблюдалось понижение средней температуры воздуха с 23—24° до 15—17°, усиливало поражение растений вертициллезным увяданием.

В южных районах отрицательное влияние болезней на растения часто связано с аналогичным действием высоких температур и засухи. При поражении растений болезнями, а также при действии высоких температур и засухи в растениях наблюдается расстройство физиологических функций, приводящее к ослаблению растений и снижению урожая. Как известно из целого ряда работ (Купревич, 1934, 1948; Кокин, 1948; Сухоруков, 1952 и др.), поражение растений болезнями нарушает водный режим, что обуславливает расстройство других функций. Например, Сиваджан и Керн (Sivadjan, Kern, 1958) показали, что при воздействии на томаты токсином увядания «ликомаразином» транспирация листьев в первый период снижается, а затем усиливается в местах поражения, особенно по краям и концам листьев. Аналогичные результаты авторы получили и при нанесении солей меди на листья.

Б. А. Рубин, Е. В. Арциховская (1960) указывают, что воздействие паразита обуславливает прежде всего повышение интенсивности дыхания и активности окислительных процессов в растении. Как показал Н. Н. Назиров (1961), при поражении хлопчатника вилтом изоэлектрическая точка (ИЭТ) сдвигается в кислую сторону, а гидрофильность коллоидов резко падает.

Б. А. Рубин (1948), Б. А. Рубин и Е. В. Арциховская (1960) установили, что главным элементом устойчивости растения-хозяина является не столько прочность покровных тка-

ней, сколько уровень внутриклеточных окислительных процессов, характер обмена веществ и степени их реакции на внешние раздражители; важная роль принадлежит и состоянию окислительного фосфорилирования. Бактерии, внедряющиеся в клетки и ткани растения-хозяина, действуют при помощи выделяемых ими токсинов и ферментных систем. Если растение при внедрении паразита способно быстро вырабатывать антитоксины и усиливать окислительные процессы, то оно парализует действие паразита (детоксикация), сохраняя тем самым свою нормальную жизнедеятельность. В противном случае растение погибает. Многие исследователи предполагают, что устойчивость растений (в том числе пасленовых) связана с фенольным обменом клеточных стенок, осуществляющим детоксикацию паразита. Устойчивые сорта могут содержать меньше фенолов, но при поражении растений болезнями содержание фенолов у них резко возрастает.

Бейли (Bailey, 1962), изучая разные типы сортов томатов, не нашел коррелятивной связи устойчивости растений к кладоспориуму и формами различных сахаров и аминокислот, содержащихся в растениях этих сортов. По данным В. С. Пономаревой (1965), у томатов, перцев и других растений, устойчивых к фузариозному увяданию, содержится больше витамина С, а снижение его указывает на заболевание.

Путем подбора устойчивых к болезням сортов, а также приемов защиты растений химическими препаратами при правильном использовании удобрений и системы агротехники можно ослабить отрицательное влияние болезней. Например, А. Д. Бобырь (1960) показал, что опрыскивание листьев томатов некоторыми антибиотиками (иманин и др.) усиливает рост растений и тем ослабляет отрицательное действие вируса табачной мозаики. Опрыскивание стрептомицином или бордосской жидкостью резко снижает поражение плодов черной бактериальной пятнистостью (Лопухин, 1961). При усиленном поглощении кальция в сравнении с фосфором заболевание листьев томатов серой гнилью снижается (Stall, Hortenstine, 1965). По данным Ю. И. Власова (1956, 1959), устойчивость томатов к вирусу табачной мозаики изменяется в процессе онтогенеза и зависит от экологических условий. Шустер (Schuster, 1957) показал, что после поражения вирусом табачной мозаики транспирация растений усиливается и они быстро увядают.

В южных районах томат и другие пасленовые растения часто поражаются вирусным заболеванием, известным под названием столбура (Дворников, 1941; Сухов, 1952; Valenta, 1956; Ковачевски, 1959; Готоспар, 1959). При этом наблюдается одревеснение органов, задержка роста и последующее увядание растений. Н. Н. Громова и И. Д. Лякина (1956) показали, что устойчивые к столбуру сорта томатов имеют бо-

лее высокую активность каталазы и содержат больше хлорофилла. Однако, указывая на отрицательную роль вирусов, некоторые из вирусологов справедливо отводят большую роль в борьбе со столбуром приемам агротехники (притенение, орошение и пр.), а также химическим мерам борьбы с переносчиком заболевания (Сухов, 1952; Брянцев, Доброзракова, 1958).

При поражении томатов и других пасленовых культур, а также огурцов и арбузов увяданием и так называемым «ложным столбуром» (в отличие от грибного увядания и вирусного столбура) у растений наблюдаются функциональные расстройства, которые являются следствием резкой смены температуры воздуха, водного режима и нарушения питания (Кружилин, 1938, 1948, 1953). Результатом этого является снижение урожая. Как отмечается в литературе (Кружилин, 1953), около 40—50% увядания растений сладкого перца и баклажанов является следствием чисто «физиологических болезней» и не связано с грибными заболеваниями.

Завядание вызывает дневной полив холодной водой, а ежедневные подобные поливы вызывают длительное увядание и пожелтение растений. У таких растений из-за слабого поступления воды в корни и высокой транспирации листьев нарушается водный баланс (снижается активность хлоропластов, ферментов и интенсивность фотосинтеза). По данным О. Ланга и Р. Ланга (Lange O., Lange R., 1963), баклажаны сильно повреждались при 44° и высокой транспирации одновременно.

В районах неустойчивого увлажнения, в приазовской зоне Ростовской области и на Кубани, на Украине, в Крыму и в Молдавии часто бывают резкие смены температур и влажности. Иногда в засушливый период выпадают небольшие осадки, провоцирующие растения на повышенную транспирацию, после которой они попадают в еще более худшие условия; резкий переход к жаркой погоде после длительного похолодания также вреден. Такие резкие переходы были, например, в Ростовской области в 1936—1939 гг. и в 1947—1949 гг., и в эти годы столбур и увядание пасленовых растений проявлялись очень сильно. В условиях Нижнего Поволжья (Саратовская, Волгоградская и Астраханская области), а также в восточных зонах Северного Кавказа (Ставрополь, Дагестан и др.), в Азербайджане и Средней Азии, где летом осадков обычно выпадает мало и поэтому не бывает резких контрастов в изменении погоды (по осадкам и температуре), столбур проявляется слабо.

Увядание перцев и баклажанов наблюдается не только в европейской части СССР, но и в Закавказье. С. Я. Исарлишвили и И. Р. Тармагадзе (1954) показали, что во влажных зонах Грузии увядание этих культур в 1948—1951 гг. дости-



гало 12—15%, что вызывалось грибными болезнями, нематодой и отчасти экологическими условиями — жаркой погодой и застоем воды на тяжелых почвах. Авторы считают, что увядание растений в этих условиях обусловливается не перегревом, а поражением их грибами. Столбур здесь наблюдается редко, а пораженные им растения не увядают.

В литературе имеются указания о том, что при высокой температуре и влажности воздуха ночью и днем отток ассимилятов ослабевает (Якушкина, Кравцова, 1953; Альтергот, 1961). В зоне Сочи—Адлера при высокой влажности воздуха и почвы, отсутствии ветра и низкой транспирации отмечается «бронзовость» и «фитофтороз» плодов томатов, а также растрескивание зрелых плодов, особенно во второй срок их выращивания (при летней посадке и созревании плодов в сентябре—октябре). Указанные явления (особенно растрескивание) проявляются при наступлении после сухой погоды длительного периода дождей, когда остановившиеся в росте плоды в силу высокой концентрации клеточного сока быстро поглощают воду. Эти заболевания могут усиливаться в результате нарушения воздушного и питательного режима почвы, поэтому посадка растений на гребни, глубокое рыхление почвы после выпадения осадков для ее подсушивания, специальные подкормки и подбор сортов могут в этих условиях оказаться полезными.

По наблюдениям Люксовой (Lukova, 1954), в условиях Словакии растрескивание плодов томатов не зависит от концентрации в них сахаров. Оно связано с сортом и наблюдается в случае грушевидной формы плодов, наличия в них плаценты крылатой формы и другим неправильным строением плодов.

По имеющимся наблюдениям (Кружилин, 1944), резкие изменения погоды приводят к нарушению водного режима и обмена веществ в растении. Например, под влиянием высоких температур и недостатка воды фотосинтез резко снижается, пластических веществ (углеводов, белков и др.) образуется очень мало, а расход их на дыхание значительно возрастает, что приводит к ослаблению растительного организма, легко подвергающегося различным вирусным и грибным заболеваниям, особенно в благоприятных для них условиях размножения.

Нарушенный водный баланс растения обуславливает задержку передвижения и превращения образующихся углеводов, особенно в верхушечных органах (стебли, соцветия, плоды, листья), где накапливаются крахмал и сахара, а также образующаяся из них клетчатка. Одновременно задерживается превращение углеводов в различные соединения. При этом потребление верхними точками роста минеральных солей и пластических веществ почти полностью прекращается,

что устраняется только при возобновлении роста новых боковых побегов.

Под влиянием задержки оттока накапливающиеся в избытке в верхней части растения углеводы превращаются в антоцианы, обуславливающие окраску верхушечных органов в розово-красный цвет, характерный для растений, больных столбуром. Анатомическая структура клеток и тканей верхушечных органов резко изменяется, клетки обезвоживаются, количество протоплазмы уменьшается, стенки клеток значительно утолщаются, образуется большое количество механических тканей. В результате верхние органы грубеют и полностью останавливаются в росте, развитие цветков задерживается в фазе формирования бутонов, израстающих в грубые уродливые листья, плоды деревенеют.

При повышенном содержании воды в растениях их устойчивость к высоким температурам повышается: например, низкорослые, штамбовые растения имеют меньшую испаряющую поверхность; путь воды от корней к листьям и верхушечным органам у них короче, поэтому они лучше выдерживают высокую температуру. Наблюдения В. Ф. Белика (1953), проведенные в Ростовской области на Бирючуктской опытной станции, показали, что содержание воды в верхушках штамбовых томатов (листья, почки, стебли) снижается меньше, чем у нештамбовых.

Проведенные наблюдения в 6 час и 11 час утра при температуре воздуха соответственно 21 и 30° показали, что если принять содержание воды в 6 час утра за 100%, то в 11 час утра у нештамбовых форм томатов содержание воды было на 14%, а у штамбовых только на 5% ниже.

Исследования, проведенные на Краснодарской овощекртофельной станции (Кружилин, Михалев, 1950), показали, что под влиянием высокой температуры содержание воды в больных растениях снижалось сильнее, чем у здоровых. У штамбовых форм жароустойчивость была ниже, чем у нештамбовых.

Здоровые растения сорта Краснодарец — штамбовые снизили содержание воды до 99%, нештамбовые здоровые — до 87%, а больные — до 70%. Температура воздуха была: в 6—7 час — 21—23°, в 10—11 час — 27—31°.

Наибольшее снижение количества воды наблюдалось у растений нежароустойчивого сорта Б. Балтимор, даже при слабом поражении их столбуром и увяданием. У жароустойчивого сорта Краснодарец листья обладают более высокой сосущей силой, что связано со способностью растения интенсивно поглощать почвенную влагу, поэтому содержание воды у растений этого сорта снижалось меньше. Вместе с тем у жароустойчивых растений была более высокая интенсивность транспирации (они лучше охлаждали свои ткани) и фо-

тосинтеза. В соответствии с этим жароустойчивый сорт поражен столбуром и увяданием в 2—3 раза слабее, а урожай его был на 30—40% выше, чем у нежароустойчивых сортов.

Наблюдениями Н. И. Жиликова (1952) и А. С. Кружилина (1953), проведенными в Крыму, было установлено, что через 3—4 дня после полива томатов и картофеля холодной водой (13—15°) растения увядают, а затем и засыхают, начиная с верхних листьев; при поливе теплой водой (23°) увядание было слабее.

При поражении растений столбуром и увяданием нарушается не только водный режим, но и весь обмен веществ, что находит отражение в содержании углеводов, белков и других веществ. И. К. Корачевский (1934) установил, что в листьях больных растений томатов углеводов содержится больше, а азота меньше, чем в листьях у здоровых растений. Аналогичные данные получил И. Г. Худына (1936): в сухих листьях здоровых растений томатов содержалось 2,93% углеводов, а в листьях томатов, пораженных столбуром, 5,6%, т. е. почти в два раза больше; по содержанию азота зависимость была обратной.

Наблюдения, проведенные А. С. Кружилиным (1948), показали, что листья томатов, пораженные столбуром и увяданием, имели повышенный водный дефицит и вдвое меньший привес сухого вещества, чем у здоровых растений, вследствие чего урожай их также снизился (табл. 79).

Таблица 79

**Ассимиляция и содержание воды в листьях здоровых и пораженных столбуром растений томатов**

Состояние растений	Привес сухого вещества на 1 дм <sup>2</sup> /в мг за 1 час в периоды			Содержание воды в листьях, % на абсолютно сухой вес		
	7—11 час	11—15 час	15—19 час	7 час	11 час	19 час
Здоровые . . .	16,0	0	2,6	501	479	503
Столбурные . .	3,4	0,9	3,9	494	453	468

**ЖАРОСТОЙКОСТЬ РАСТЕНИЙ**

Южные формы и сорта растений, как более жароустойчивые, особенно молодые гибриды и семьи отличаются более высоким уровнем окислительно-восстановительных процессов. Например, наблюдения на Краснодарской опытной станции (Кружилин, Зауралов, Михалев, 1951) за изменением активности ферментов в листьях томатов, картофеля и капусты по-

казали, что у жароустойчивых сортов отмечается повышение активности пероксидазы (табл. 80).

По-видимому, жароустойчивость растений связана с повышением окислительных процессов так же, как и устойчивость их к поражению столбуром и увяданием.

В последние годы установлено, что под влиянием высоких температур (выше 40—45°) нарушается полупроницае-

Таблица 80

**Влияние температур на изменение активности пероксидазы в листьях томатов и картофеля (в мг пурпурогаллина на 100 г сырого веса)**

Культура и сорта	Характеристика сорта	Активность пероксидазы	
		в 7 час	в 13 час
Томаты			
Краснодарец . . . . .	Жароустойчивый	6,09	9,30
Б. Балтимор . . . . .	Нежароустойчивый	8,44	4,36
Картофель			
Вольтман . . . . .	Жароустойчивый	2,69	7,15
Лорх . . . . .	Нежароустойчивый	1,92	3,88

мость мембран хлоропластов и митохондрий, они разбухают и лопаются, теряя свою активность (Генкель, Сатарова, 1967; Молотковский, Жесткова, 1967). Закалка повышает устойчивость этих органелл.

В. Ф. Альтергот (1964) показал, что под влиянием высоких температур повышается окислительный потенциал и активизируются синтетические процессы, что может играть роль защитной, приспособительной реакции, обезвреживающей образующиеся в этих условиях ядовитые для растений продукты обмена (аммиак и др.). В качестве приемов защиты растений В. Ф. Альтергот рекомендует постепенную (двухфазную) закалку рассады к действию высоких температур.

По данным П. А. Генкеля с сотрудниками (1966), жароустойчивость растений связана с устойчивостью белков, особенно ферментных, к коагуляции, что достигается накоплением «адаптивной» РНК, усиливающей биосинтез белка (Сатарова, Чернявская, 1966). Обработка растений кинетином и особенно цинком для подавления активности рибонуклеазы защищает РНК от вредного влияния жары и засухи (Молотковский, 1965).

Б. А. Рубин и Е. В. Арциховская (1960) установили, что при поражении грибом-паразитом в листьях растений происходит активизация окислительных процессов, что является одним из свойств защитной реакции растения. К аналогичным выводам пришли В. Ф. Купревич (1948), А. Я. Кокин (1948), М. В. Горленко (1950), К. Т. Сухоруков (1952) и др.

Таким образом, отмечается общность природы устойчивости растений к болезням и к неблагоприятным условиям.

Жароустойчивые сорта томатов отличаются более устойчивым дыханием в течение дня (табл. 81). Активность пе-

Таблица 81  
Дыхание листьев томатов, мг CO<sub>2</sub> на 100 см<sup>2</sup>/час

Сорт	Характеристика жароустойчивости	Часы суток	Температура воздуха, °С	Дыхание
Гибрид 230	Устойчивый	7	15	2,03
»	»	13	31	2,22
»	»	17	29	2,19
Б. Балтимор	Неустойчивый	7	15	3,05
»	»	13	31	3,26
»	»	17	29	—

роксидазы у них днем повышается, а у неустойчивого к жаре сорта снижается.

Под влиянием высоких температур в растениях накапливаются токсические вещества, которые задерживают ростовые процессы. Это показано, в частности, в опытах А. Я. Михалева (1955) при проращивании семян и отращивании черенков томатов в вытяжках, полученных из листьев, выращиваемых при разных температурах, а также из листьев здоровых и больных столбуром растений (табл. 82).

Таблица 82  
Токсичность вытяжки из листьев больных столбуром и здоровых растений томатов

Варианты	Процент проросших семян томатов			Завядание растений	
	на 2-й день	на 6-й день	на 8-й день	в 10 час	в 17 час
Вытяжка из листьев здоровых растений . . . . .	41	75	97	Слабее	40%
Вытяжка из листьев больных растений . . . . .	18	42	72	Сильнее	80%
Дистиллированная вода . . . . .	99	100	100	Не завядали	Не завядали

Как видно из данных табл. 82, действие вытяжки из листьев здоровых растений слабее отразилось на прорастании семян и завядании растений. Аналогичные результаты были получены при проращивании семян капусты в вытяжках этого же растения после воздействия на них разными температурами.

Поскольку нарушение обмена веществ в растениях происходит при высоких температурах и засухе, то всякие приемы, ослабляющие влияние этих отрицательных факторов и повышающие жароустойчивость растений, благотворно влияют на рост и урожай. С этой целью применяется мульчирование почвы, притенение растений и орошение. Мульчирование почвы, понижающее температуру верхнего слоя почвы (10 см) на 5—7°, обеспечивало повышенное и более устойчивое содержание воды в почве (22% против 17%) даже у нежароустойчивых сортов, что значительно снижало поражение их столбуром и увяданием, а также повышало урожай (Кружилин и Михалев, 1950, табл. 83).

Таблица 83

**Влияние мульчирования почвы на пораженность томатов столбуром и увяданием и на величину урожая]**

Варианты опыта	Содержание воды в 11 час (% к пробе, взятой в 7 час)	Количество растений, пораженных столбуром и увяданием, %	Урожай, ц/га
Томаты			
Сорт Б. Балтимор, без мульчирования	82	20	436
Сорт Б. Балтимор, мульчирование	90	6	467
Картофель			
Сорт Лорх, без мульчирования	83	62	179
Сорт Лорх, мульчирование	91	37	230

Взаимопритенение растений и почвы при загущенной посадке растений, а также притенение их кулисами из кукурузы и побелка листьев увеличивали содержание воды в растениях, значительно снижали поражение их столбуром и увяданием и повышали урожай (табл. 84).

Направление рядков с юга на север, обуславливающее притенение нижней части стебля и почвы в рядке и притенение междурядий в середине дня, обеспечили снижение увядания растений и повышение урожая в сравнении с другими способами размещения посевов (Кружилин, Зауралов, Михалев, 1951).

При загущении посадок томатов и картофеля аналогичные результаты были получены на Крымской опытной стан-

**Влияние загущения и затенения посадок томатов и картофеля  
на устойчивость растений к болезням и величину урожая**

Варианты опыта	Поражение столбуром и увяданием, %	Урожай, ц/га
<i>Томаты</i>		
Сорт Б. Балтимор; площадь питания 80×50 см . .	21	461
Сорт Б. Балтимор; площадь питания 80×20 см . .	16	534
<i>Картофель</i>		
Сорт Лорх; площадь питания 70×35 см . . . . .	62	179
Сорт Лорх с побелкой; площадь питания 70×35 см	35	230
Сорт Лорх; площадь питания 60×25 см . . . . .	37	252
Сорт Лорх с кулисами; площадь питания 70×35 см	50	200

ции (Жиляков, 1952). В. А. Мегалов (1947) также наблюдал положительную роль загущения при выращивании в Молдавии баклажанов и перцев.

При резком повышении температуры в полевых условиях подкормка растений цинком повышает жароустойчивость растений (Петин и Молотковский, 1956, 1960), что обуславливается усилением процессов ресинтеза аммиака, накапливающегося в растениях.

Растения поражаются столбуром и увяданием не только под влиянием высоких температур, но и при почвенно-воздушной засухе. Особенно сильно повреждаются рассадные культуры пасленовых. После пересадки их в грунт эти растения в связи с нарушением корневой системы приживаются долго, теряют часть своих листьев и сбрасывают первые ранние бутоны. Такие растения в противоположность посевным, корневая система которых не нарушена, и в последующие периоды имеют слабую корневую систему, расположенную в верхних быстро пересыхающих слоях почвы. Такая корневая система при высокой транспирации и тем более при почвенной засухе не обеспечивает нормальное водоснабжение надземной части растений, что приводит к снижению содержания воды в растении и усилению увядания. На Краснодарской и Бирючукской опытных станциях показано, что хорошие результаты получаются при посеве семян томатов, перцев и баклажанов в грунт (табл. 85).

М. С. Катаржин (1957) наблюдал в условиях Волгоградской области, что баклажаны при посеве семян в грунт имели более мощную корневую систему, слабее увядали, мало поражались столбуром и давали выше урожай, чем при высадке рассадой. С. Д. Лысогоров (1965) показал, что на плантациях Херсонской области корневая система рассадных то-

Сравнительная пораженность столбуром и увяданием при посеве семян в грунт и при посадке рассады (по данным, полученным на Краснодарской и Бирючукской опытных станциях)

Культуры и варианты	Поражение столбуром и увяданием, %	Урожай плодов
Томаты		
Посев семян в грунт . . . . .	14	780 ц/га
Высадка рассады . . . . .	32	771 ц/га
Баклажаны		
Посев семян в грунт . . . . .	12	960 г/растение
Высадка рассады . . . . .	27	630 г/растение
Перцы		
Посев семян в грунт . . . . .	2	300 г/растение
Высадка рассады . . . . .	10	400 г/растение

матов проникала только на глубину 40—50 см, а посевных — на глубину до 70—80 см и глубже. При этом посевные растения были более устойчивыми к засухе и столбур, а поливов им требовалось почти в два раза меньше.

Как указывалось выше, растения рассадной культуры имеют неглубокую корневую систему и при небольших осадках и поливах малыми нормами, когда почва промачивается только на 10—30 см, имеют высокую транспирацию, но быстро расходуют полученную влагу. Особенно плохо такие растения переносят резкие переходы от влажной прохладной погоды к жаркой, сухой и ветреной.

На юге для предупреждения увядания томатов, перцев и баклажанов иногда прибегают к позднему летнему посеву. Например, на Северном Кавказе эти культуры сеют в начале июня (Дикий, 1956), что снижает увядание в 3—4 раза, а урожай при этом повышается на 30%. Благоприятно влияют на состояние растений загущение высадок и другие приемы агротехники (Дворников, 1941, 1946, 1965; Vagujfalvi, 1957).

В средней полосе условия для выращивания пасленовых благоприятны. Опыты М. А. Эрвальд (1955, 1960), проведенные с перцами в условиях Рязанской области, дали хорошие результаты; прохладные условия этой зоны устранили явление увядания растений. П. Е. Федин (1953), выращивая перцы в условиях Ленинградской области, получил аналогичные результаты.

Орошение, частые поливы для бесперебойного снабжения растений водой, особенно при глубоком промачивании почвы



и наличии у растений мощной корневой системы, а также рыхление почвы после поливов всегда создают более благоприятный водный режим в почве и водообмен в растениях, обеспечивая устойчивость их к столбуру и увяданию. Наблюдения над орошаемыми растениями показали, что в этих условиях оводненность тканей всегда была более высокой и устойчивой. Например, без полива у растений томатов содержание воды в листьях за период с 8 по 11 час понизилось на 10,4%, а у политых — только на 0,2%; соответственно у первых число растений, пораженных столбуром, было больше, а урожай их ниже, чем у растений, выращенных при регулярных поливах (Кружилин, 1949). М. П. Медиш (1936) уже давно указывал на большую роль орошения в снижении поражения томатов столбуром. Автор приводит данные о том, что в колхозе им. Куйбышева Краснодарского края сорт Джон-Бер на неполивном участке был поражен столбуром на 12%, а при двух поливах — только на 1%.

М. А. Эрвальд (1955) показала, что баклажаны и перцы также меньше поражаются увяданием при глубоком промачивании почвы, чем при малых нормах полива (200—300 м<sup>3</sup>).

Дневной полив дождеванием является приемом наиболее быстрого снижения температуры и повышения влажности воздуха, что важно для хорошего состояния растений. Дождевание полезно еще и тем, что оно вымывает из листьев накапливающиеся там вредные токсические вещества, образующиеся под влиянием высоких температур.

Повышенной устойчивостью к болезням обладают гибриды. По наблюдениям М. Ф. Перегудта гибриды томатов F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub> поражались столбуром слабее, чем гибриды F<sub>3</sub>, F<sub>7</sub>. Это подчеркивает важность использования для посева гибридных семян, а также необходимость выведения новых сортов с помощью гибридизации правильно подобранных пар. При выращивании и размножении гибридов нужно использовать богатые фоны питания, обеспечивающие получение высокого урожая.

В южных засушливых районах часто наблюдается усыхание листьев пасленовых культур. П. Г. Рузинова и К. Д. Щупак (1956) наблюдали это явление у томатов при резком изменении температуры и при ослаблении азотно-фосфорного питания. Усыхание листьев приносит особый вред в период формирования плодов, так как при этом ослабляется приток к плодам воды и питательных веществ из листьев. Б. Л. Дорохов (1961) показал, что при повышении температуры воздуха до 34—43° в течение 2—10 дней листья томатов начинают быстро усыхать. Период усыхания в листьях и стеблях резко снижает содержание сахаров, белкового и небелкового азота. Удобрение азотом ослабляет усыхание. Ранние сорта и растения, уже образовавшие плоды, усыхают

быстрее. С наступлением прохладной погоды отрастают новые листья.

Усиленное азотное питание снижает увядание растений. Причины увядания связаны с тем, что к плодам усиливается отток из листьев питательных веществ и воды, вследствие чего листья усыхают. Однако этого не происходит при умеренной погоде и при переходе от холода к жаре, когда в почве много воды и минеральных веществ.

П. Г. Рузинова и К. Д. Шупак (1956), работавшие в Молдавии, наблюдали, что преждевременное усыхание листьев томатов (особенно растений ранних сортов и высаженных в ранние сроки) происходило при резких переходах от холодной влажной погоды к жаркой: в 1949 г. жара была в конце июля; в 1951—1952 и 1954 гг. — в середине июня; в 1950 и 1953 гг. резких температурных переходов не было и усыхание было слабое.

Как мы указывали выше, в эти годы усыхание томатов наблюдалось по всему югу: в Ростовской области, в Ставропольском крае и др. При этом раннеспелые сорта поражались сильнее, чем позднеспелые.

Прививка томатов и баклажанов на черный паслен также повышает устойчивость их к увяданию. Этому способствуют орошение и внесение удобрений (табл. 86).

Благоприятны и загущенные посевы: при квадратно-гнездовом посеве почва лучше притеняется и не перегревается, а притенение нижних частей стебля предохраняет их от побурения (ожогов) и заболевания фузариозом.

Орошение и загущение посевов положительно влияют, по-видимому, прежде всего благодаря охлаждению почвы и растений, улучшая этим обмен веществ в растениях. При резком переходе погоды от холода к жаре растения быстро нагреваются и усиливают транспирацию, а почва медленно прогревается и корни находятся в условиях пониженных температур, вследствие чего они подают воду слабо. Получается разрыв водного баланса растений, вследствие чего листья увядают.

Таблица 86  
Влияние приемов агротехники на повышение устойчивости томатов к увяданию

Агротехнические приемы	Оценка в баллах		Увядание, %	
	сорт Маяк	сорт Брекодей	сорт Маяк	сорт Брекодей
Рядковый посев . . . . .	3,0	0,6	72	32
Квадратно-гнездовой посев . . . . .	1,5	0,2	38	18
Без внесения удобрений . . . . .	3,5	2,0	—	—
Внесение РК с двойной дозой азота	0,8	0,5	—	—

## УСЫХАНИЕ РАСТЕНИЙ И ОПАДЕНИЕ ГЕНЕРАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Иногда при высоких температурах у некоторых плодовых овощных растений (томаты, перцы, арбузы и др.) происходит усыхание растений, опадение бутонов, цветков и завязей. Причиной опадения чаще всего является разрыв в водном балансе, особенно при резком снижении запасов воды в почве и высокой транспирации, что приводит к усилению оттока воды и питательных веществ из генеративных органов к точкам роста и листьям. Вследствие этого в местах прикрепления бутонов и завязей образуется отделяющий слой клеток, полностью ограничивающий поступление воды и питательных веществ к этим органам. Опадение цветков и завязей может происходить и при затенении части растений, особенно при резком похолодании, когда в условиях низких положительных температур приток органических веществ к генеративным органам резко снижается и фотосинтез значительно ослабевает.

Ф. И. Кашицин (1959) своими наблюдениями над сортами томатов в условиях Узбекистана показал, что в июле и августе, когда отмечались наиболее высокие температуры воздуха (среднесуточная 27,4° и дневные выше 35°) при низкой влажности, даже при орошении листья сильно усыхали, особенно у позднеспелых сортов, имеющих мощный куст (Анаит и др.). Наблюдалось опадение цветков, завязей и снижение урожая (табл. 87).

Таблица 87

**Усыхание листьев и опадение плодовых органов у сортов томатов при высокой температуре (27—35°)**

Сорт	Количество отмерших листьев	Процент опадения цветков на 1—5 кистях	Урожай плодов на 1 растение, кг
Хорезмский ранний . . . . .	до 10	18,6	—
Марглоб 1999/г. . . . .	—	20,0	—
Причард 1005 . . . . .	10,7	22,9	3,64
Маяк 12/30-40 . . . . .	—	22,0	—
Кубань 557 . . . . .	—	34,4	—
Ополченец 534 . . . . .	—	41,6	3,25
Анаит . . . . .	35,4	53,3	2,24

В сентябре с наступлением прохладной погоды (среднесуточная температура 22,8°) у растений появлялись новые листья. Наиболее устойчивыми к усыханию листьев и опадению плодовых органов оказались сорта с детерминантным, штамбовым типом куста (Маяк 12/30-40, Причард 1005), а

также сорт Марглоб 1999/г и выведенный в местных условиях сорт (Хорезмский ранний).

Значительное усыхание листьев и снижение урожая у позднеспелых сортов в условиях Узбекистана связано с тем, что фаза плодоношения растения совпадает с самым жарким периодом середины лета (июль). В Молдавии фаза массового плодоношения поздних сортов совпадает с более прохладным периодом (август). У раннеспелых сортов (Ополченец 534, Первенец 190 и др.) в условиях Узбекистана листья усыхают меньше, и на первый взгляд кажется, что они более жароустойчивые. Однако это может быть ложным выводом, так как указанные сорта успевают сформировать более 75% урожая до наступления массового усыхания листьев.

Наибольшее опадение цветков томатов наблюдается у 1-й кисти, а затем у 4—5-й. Опадение плодоорганов на 1-й кисти, по мнению Ф. И. Кашицина, связано главным образом с качеством рассады и условиями приживаемости ее после высадки, когда растения еще слабо укоренились. Проведение в это время подкормки растений азотом и суперфосфатом и, по-видимому, орошение снижают опадение цветков на 1-й кисти и повышают урожай. Обработка 1-й кисти препаратом 2,4-ДУ почти не влияет на их сохранение. Наилучшее сохранение цветков отмечается на 2—3-й кистях, что, вероятно, связано с хорошим укоренением растений и с более прохладной погодой во время их формирования. Самое сильное опадение цветков на 5-й и последующих кистях связано, очевидно, не только с жаркой погодой, но и с перехватом воды уже образовавшимися нижними плодовыми органами.

Г. Е. Шмарев (1958), изучая опадение репродуктивных органов томатов при разной температуре и влажности воздуха в различных зонах (Ленинград, Ташкент и Куня-Ургенч УзССР), показал, что на высадках рассадой, несмотря на теплолюбивость этих растений, при 40° и 20%-ной влажности воздуха рост их приостанавливается, а цветки опадают. При выращивании под Ленинградом при пониженной температуре цветки тоже опадали, но меньше. При посеве семян в грунт растения были устойчивыми к неблагоприятным условиям даже в Куня-Ургенче, менее поражались болезнями и дали больший урожай. Наибольшее опадение репродуктивных органов (до 63%) было у высокорослых сортов, а у детерминантных (низкорослых) (Маяк 12/30-40, Кросс 679 и др.) — меньше: 30—40%. Г. Е. Шмарев объясняет опадение репродуктивных органов у высокорослых сортов их сильным ростом и оттоком питательных веществ к точкам роста. По наблюдениям А. С. Кружилина (1954), это связано с сильной транспирацией, а также с длинным путем передвижения воды от корней к плодоорганам у высокорослых сортов. Некоторые северные сорта томатов, даже низкорослые штамбо-

вые (Штамбовый Алпатьева и др.) при выращивании на юге в условиях высоких температур имели также значительный процент опадения репродуктивных органов, что, очевидно, связано с неприспособностью их к высоким температурам. Наибольшей устойчивостью отличались мелкоплодные сорта (Вишневидный и др.). Мульчирование почвы, понизившее температуру, ослабило опадение репродуктивных органов.

В зоне Волго-Ахтубинской поймы (особенно в Астраханской области) часто наблюдается «скручивание листьев» томатов в фазе *цветение — плодоношение*. Это явление, которое вирусологами не признается инфекционным (Рыжков, 1946), по условиям проявления близко к «усыханию» листьев пасленовых, которое, как уже говорилось, наблюдается в Нижнем Поволжье, на Северном Кавказе и в некоторых других зонах. По данным А. С. Кружилина (1953, 1954), указанные явления можно отнести к «физиологическим болезням», связанным с нарушением обмена веществ и ослаблением растений (расстройство физиологических функций) под влиянием воздействия резких изменений экологических условий и нарушения агротехники: повышенная инсоляция, высокие температуры и низкая влажность почвы и воздуха, вызывающие нарушение водного баланса растений, переувлажнение почвы, а также ее засоление. Опыты и наблюдения Н. Д. Миловидовой, проведенные по нашей рекомендации в 1965—1966 гг. на Астраханской опытной станции, подтверждают мнение А. С. Кружилина о причинах усыхания и скручивания листьев томатов в этой зоне. Оказалось, что эта болезнь не передается прививкой и семенами. Вместе с тем при недостатке воды в почве, особенно при выращивании на маловлагодоемких, супесчаных почвах и переувлажнении почвы (особенно при засолении хлоридами), а также при разреженной посадке рассады, когда почва сильно перегревается, усыхание идет быстрее и сильнее.

Инорайонные сорта (Донецкий 3/2-1 и др.) поражаются сильнее, чем местные (Волгоградский 5/95 и Ахтубинский 85). В условиях Узбекистана наиболее устойчивыми к усыханию листьев также оказались сорта местной селекции штамбовые и раннеспелые (Кашицин, 1959).

Б. С. Мошков (1966) наблюдал, что в камерах при высокой интенсивности света и температуре около 40° стебель около корневой шейки перегревался, а листья скручивались, подобно пораженным вирусом; содержание воды в этих растениях снижалось.

Таким образом, усыхание и скручивание листьев томатов обуславливается главным образом расстройством физиологических функций растений, поэтому для борьбы с этим явлением необходимо проводить агротехнические меры, а также подбор сортов.

В заключение следует отметить, что проявление заболевания растений обуславливается не только патогенными факторами, но и неблагоприятными внешними условиями, влияющими на физиологическое состояние растений (расстройство физиологических функций). Не отрицая значения вирусных и грибных болезней в поражении различных культур, нам хочется подчеркнуть важное значение факторов среды в состоянии растений для проявления столбура, увядания, усыхания и скручивания листьев, а также большую роль приемов агротехники в борьбе с этими неблагоприятными явлениями.

Вместе с тем следует отметить, что явления увядания нельзя сводить к какой-либо одной причине, вызывающей их: температура, вирусы, питание и др. Проявление столбура и увядания, как и эффективность борьбы с ними, зависят от целого комплекса причин и факторов.

Из приведенных выше данных видно, что причины, вызывающие заболевание растений, могут быть разными. Это определяет и неодинаковые меры борьбы с ними, а также разные подходы к оценке семеноводческих посевов.

В последние годы аналогичные рекомендации по мерам борьбы со столбуром пасленовых дают многие исследователи (Загородный, 1955; Ковачевски, 1959; Мамедова, 1957; Лилоян, 1952; Тетерникова, Бабаян, 1958 и др.).

В. Ф. Бел-Кузнецова (1954), Г. Е. Шмарев (1958), Т. Д. Ковалева (1959), Л. О. Кучеренко (1965) в условиях Узбекистана, Украины и Северного Кавказа получили хороший эффект при безрассадном способе культуры томатов, применяя мульчирование почвы и другие меры, снижающие опадение завязей. Применение корневого и внекорневого питания микроэлементами, например опрыскивание борной кислотой, медным купоросом и цинком, также повышает устойчивость томатов к заболеваниям и высоким температурам.

Во всех случаях полезными являются ранняя высадка рассады (а еще лучше посев семян непосредственно в грунт) и обязательные поливы, особенно в начальный период после высадки, во время укоренения растений. При последующих поливах следует проводить глубокое промачивание почвы, гарантирующее бесперебойное снабжение растений водой в период жары и засухи, когда возможно пересыхание пахотного слоя. При использовании холодной воды поливать лучше только ночью и рано утром, а при дождевании можно поливать и в дневные часы.

Размещать растения в ряду лучше загущенно или ленточно. Следует притенять растения и защищать их от воздушной засухи посевом кулис высокостебельных культур, размещенных через 8—12 м друг от друга, а также проводить мульчирование почвы соломой в междурядьях и побелку ра-

стеней для ослабления испарения ими воды и понижения температуры.

В почве следует поддерживать оптимальный воздушный и пищевой режим, что достигается глубокой вспашкой и рыхлением, а также внесением оптимальных доз органических и минеральных удобрений. При этом следует учесть, что при высокой дозе азота и недостатке калия устойчивость растений к неблагоприятным условиям и болезням снижается. Закаленные растения реагируют на удобрения лучше, чем без закалки (Кашлан, 1966).

Для каждого района необходимо выводить, подбирать и внедрять сорта, наиболее устойчивые к высоким температурам, засухе, столбуру и увяданию, а также шире применять посев гибридными семенами.

### СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ

В южных районах, где при возделывании овощных культур широко применяется орошение, часто наблюдается засоление почвы (хлоридное или сульфатное). Вредное действие солей проявляется при их чрезмерно высокой концентрации в почве, что вызывает ее физиологическую сухость (снижается поступление воды в растение) и накопление ядовитых веществ в растениях (Рихтер, 1927; Сергеев, Лебедев, 1936; Кружилин, 1939, 1940; Генкель, Колотова, 1940, 1954; Строганов, 1949; Шахов, 1956).

При засолении почвы транспирация у томатов снижается (Lunin, 1965), а сосущая сила листьев возрастает. На юге часто наблюдается вторичное засоление почвы при орошении, которое также приносит вред. Вторичное засоление также тормозит поступление воды из почвы в растение и нарушает его водный режим.

Е. М. Ковальская (1958) установила, что наиболее вредным для томатов является хлоридное засоление, особенно при его внезапном действии и отсутствии адаптации к нему. Сульфатное засоление действует слабее, так как сульфаты частично используются растениями и растения более приспособлены к нему. Наиболее низкая солеустойчивость у томатов отмечается в раннем возрасте и при цветении; в другие периоды они более устойчивы. При хлоридном засолении возрастает гидрофильность коллоидов протоплазмы растений и снижается ее проницаемость, дыхание становится более интенсивным, снижается активность оксидаз (пероксидазы, полифенолоксидазы и др.), а активность дегидраз повышается. Температура коагуляции коллоидов при засолении повышается на два градуса.

По наблюдениям А. С. Кружилина (1944), хлоридное засоление (как и высокое содержание натрия в солонцовых

почвах) ослабляет накопление азота в листьях и корнях и тем снижает ростовые процессы. Аналогичные результаты получили Р. Г. Матухин (1963) и В. А. Соловьев (1960). По данным Р. Г. Матухина, в процессе приспособления растений к засолению в корнях восстанавливается и усиливается синтез белка. При этом реакция разных растений на засоление неодинакова. Например, у томатов под воздействием вредных солей поступление азота в растение снижается и рост задерживается; у свеклы, которая более солеустойчива, эти процессы изменяются слабо (Соловьев, 1960).

Р. Г. Матухин (1963) и В. А. Соловьев (1960) показали, что при хлоридном и сульфатном засолении рост и урожай томатов снижаются. Содержание азотистых веществ и белка в первый период вегетации повышается, а затем снижается (особенно при хлоридном засолении), что указывает на нарушение азотного обмена и ослабление передвижения азотистых веществ в проводящих тканях (табл. 88).

Таблица 88

**Зависимость содержания азота в листьях томатов от засоления почвы**

Варианты опыта	Цветение		Формирование зеленых плодов		Созревание плодов	
	мг азота на г сухого веса	%	мг азота на г сухого веса	%	мг азота на г сухого веса	%
Контроль . . . . .	30,3	100	31,2	100	33,9	100
Сульфатное засоление (0,2%) . . .	36,8	121,5	49,7	157,4	41,8	123,3
Хлоридное засоление (0,2%) . . .	38,3	126,4	56,1	178,8	40,0	118,0

Наиболее сильное влияние на накопление азота и задержку роста оказывало хлоридное засоление; урожай плодов при этом снижался на 25%, а при сульфатном засолении — только на 15%. В период цветения при засолении почвы наблюдается завядание растений и отмирание молодых побегов.

В. А. Соловьевым был проведен хроматографический анализ листьев томатов, выращенных на различных почвах. Оказалось, что в листьях томатов содержится до 18 свободных аминокислот; при сульфатном засолении было много аспарагиновой и глутаминовой кислот и пролина, при хлоридном засолении почвы количество их возрастало.

Осава (Osawa, 1957) наблюдал, что у баклажанов под влиянием хлоридного засоления происходило увеличение содержания в листьях натрия и хлора и снижение образования плодов. Качество плодов не изменялось. Аналогичные данные получили Бернштейн и Пирсон (Bernstein, Pearson, 1954)



при выращивании томатов на засоленной поваренной солью почве, при этом рост томатов угнетался сильнее, чем перцев, что указывает на повышенную солеустойчивость последних. По данным Л. В. Миловановой (1961), засоление почвы обуславливает снижение накопления сахаров и витамина С в плодах перца.

Томаты принадлежат к группе высокоустойчивых растений, выдерживающих 0,6—0,8% солей в почве. Солеустойчивость растений в онтогенезе изменяется. Она ниже у молодых растений и зависит от погодных условий, типа почвы, сухости воздуха, света и температуры. При этом почвенная влага доступна растениям лишь при минерализации воды не выше 10—12 г солей на литр воды; при 15—20 г/л начинается отравление растений, в первую очередь корневой системы (Смирнов, Овчаров, 1960).

Мерами борьбы с засолением почвы являются промывка почвы и орошение дождеванием.

Для повышения солеустойчивости растений важна предпосевная закалка семян к хлоридам или сульфатам по методу, предложенному П. А. Генкелем, а также выведение солеустойчивых сортов. По данным А. С. Кружилина (1941), длительная культура одних и тех же сортов на засоленных почвах повышает их солеустойчивость.

Р. Г. Матухин (1963) показал, что в первый год воздействия солями синтез белковых веществ в листьях и корнях томатов снижается. Многолетнее выращивание в этих условиях, в результате адаптации растений, приводит к тому, что синтез белковых веществ в корнях восстанавливается и даже увеличивается. При этом в плодах накапливается больше сухих веществ и аскорбиновой кислоты.

## ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИИ ОВОЩНЫХ ПАСЛЕНОВЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ В ЗАЩИЩЕННОМ ГРУНТЕ

В теплицах, парниках и под пленками из пасленовых культур выращиваются главным образом томаты. Поэтому в настоящем разделе рассматриваются данные только по этой культуре.

В теплицах, парниках и под пленками растения защищены от резких колебаний внешних факторов (температуры, ветра, влажности и пр.); при этом наблюдается понижение транспирации и более устойчивое содержание воды в растениях. У таких растений равномернее протекает фотосинтез и другие физиологические процессы, что позволяет получать более высокие урожаи ранней продукции.

В теплицах имеется возможность регулировать условия выращивания растений и контролировать установленный режим для данной культуры: температуру и влажность воздуха и почвы, освещение, газовый состав воздуха и почвы, минеральное и органическое питание растений в зависимости от грунта (естественный грунт, водно-гравийная среда, аэропоника и др.). Большие возможности в этом отношении открываются, в частности, при регулировании освещения.

После опытов Гарвея (Harvey, 1922) первые работы по светокультуре растений в нашей стране провел Н. А. Максимов (1925), установивший, что только одним подбором режима освещения и источников света (ламп) можно получить высокий эффект воздействия на растения. В последующие годы широкие исследования по этому вопросу развернулись в Институте физиологии растений АН СССР (Клешнин, 1954; Клешнин, Лебедева, Протасова, Шелудько, 1959), в Московской с.-х. академии имени К. А. Тимирязева (Леман, 1955, 1961) и др. В последние годы выявлены наиболее перспективные искусственные источники света (лампы); оказывает-

ся, томаты лучше растут при освещении ртутными лампами высокого давления, покрытыми люминесцентным слоем. В настоящее время все исследователи считают, что наилучшим освещением растений в теплицах и камерах является «объемное», т. е. освещение со всех сторон.

Как мы указывали выше, под интенсивными ксеноновыми, неоновыми и дуговыми ртутными люминесцентными лампами (ДРЛ) пасленовые овощные культуры растут и развиваются быстрее, чем под обычным светом люминесцентных ламп мощностью 30 *вт*. По данным В. М. Лемана (1955), рассада томатов, досвечиваемая лампами ДРЛ, растет также гораздо быстрее, формирование и созревание плодов ускоряется, а общий их урожай увеличивается на 25—30%. Благодаря этому себестоимость овощей, выращиваемых под этими лампами, снижается на 15—20%, а стоимость осветительных установок окупается за один год. Однако, по мнению этого автора, наиболее перспективными для выращивания овощей в теплицах являются высокоинтенсивные ксеноновые лампы, спектр которых почти не отличается от солнечного. Эффективность и экономичность этих ламп еще изучается.

По данным ряда авторов, в том числе и по нашим наблюдениям, рост и развитие пасленовых проходит почти нормально под одним сине-фиолетовым светом, однако продуктивность растений ниже, чем при освещении лампами дневного света такой же интенсивности. При красном свете томаты рано зацветают, но вытягиваются в росте, многие цветки стерильны; при освещении растений зеленым светом такой же интенсивности растения растут и развиваются слабо.

Перцы и баклажаны, по нашим наблюдениям, реагируют на спектральный состав и интенсивность света иначе, чем томаты. Наиболее быстро они бутонизируют и зацветают под синим светом; под дневным и даже зеленым они растут и развиваются почти одинаково, а под красным (даже при высокой его интенсивности) значительно отстают в развитии (зацветании), хотя рост их не отличается от роста растений, выращенных в других условиях. По данным Б. С. Мошкова (1966), сочетание зелено-желтого света с красным является наилучшим для урожая плодов и накопления витамина С.

По данным А. М. Михайлова (1965), ежедневное кратковременное (1—20 *мин*) облучение рассады томатов коротковолновой (253 *ммк*) и длинноволновой (257—400 *ммк*) ультрафиолетовой радиацией ускоряет рост растений и накопление ими сухой массы.

Для формирования хорошего урожая плодов важную роль играет режим суточного освещения и температуры. Например, В. М. Леман (1961) рекомендует для томатов освещение не менее 25—35 *тыс. эрг* в течение не более 18 *час* при температуре днем 23—25°, а ночью 15—18°. Влажность воз-

духа в теплицах должна быть 50—60%. На кусте обычно оставляется не более 3 кистей при высоте растений 50—60 см. При этом каждое растение дает 10—12 плодов с общим урожаем до одного килограмма, а при размещении 8—10 растений на квадратном метре они дают урожай до 6—8 кг.

Лучшим источником освещения считаются люминесцентные лампы дневного света. Под лампами накаливания и неоновыми бывают ожоги листьев, многие цветки оказываются стерильными, а количество плодов и их урожай снижается в 2—3 раза.

Применение люминесцентного освещения и даже регулирование освещения обычными лампами накаливания позволяет ускорить выращивание рассады томатов и огурцов, особенно при подвижных лампах. В сводной работе по этому вопросу А. Ф. Клешнина, Е. В. Лебедевой, Н. Н. Протасовой и Г. П. Шелудько (1959) показано следующее: подвижная система ламп накаливания (особенно зеркальных) ускоряет рост рассады томатов и других растений, не вызывая перегрева растений (повышает температуру всего лишь на 1—2°), в то время как стационарная установка вызывает перегрев листьев до +10°. В случае возможности перегрева авторы рекомендуют использовать люминесцентные лампы; наиболее благоприятный световой и температурный режим в теплице для томатов: днем 22—25°, ночью около 15°.

В условиях теплиц при высокой температуре в ночные часы замедляется передвижение углеводов и происходит опадение цветков и плодов (Went, Hull, 1949); при круглосуточном освещении наблюдается вытягивание растений, хлороз и снижение урожая плодов (Доброхотова, 1938; Went, Hull, 1949; Уайт, 1949, Viglierchio, Went, 1957). Н. И. Якушкина, Б. Е. Кравцова, Г. А. Новоселова (1953) показали, что при

Таблица 89

Влияние режима температуры и освещения на томаты

Варианты опыта	Урожай плодов на 1 растение, г	Интенсивность фотосинтеза, мг CO <sub>2</sub> на 10 г сырого веса	% хлорофилла на сырой вес	% сахаров в черешках листа, на сырой вес	% азота в листьях на сухой вес	
					белковый	небелковый
Днем 23°, ночью 23°, освещение 16 час . . . . .	307,4	17,2	2,94	—	—	—
Днем 23°, ночью 15°, освещение 16 час . . . . .	437,1	—	—	—	—	—
Днем 23°, ночью 23°, освещение 24 час . . . . .	33,0	10,8	1,30	0,22	4,68	1,55
Днем 23°, ночью 15°, освещение 24 час . . . . .	302,7	—	—	1,26	3,75	1,25

постоянных температурах воздуха около 23° и непрерывном освещении растения росли хуже, чем при понижении температуры ночью до 15° и освещении только в течение 16 час. В первом случае листья быстро желтели и отмирали, вследствие чего цветение побегов запаздывало, цветки и завязи опадали, а урожай плодов резко снижался. Авторы объясняют это ослаблением фотосинтеза и разрушением хлорофилла (табл. 89), а также резким снижением накопления сахаров; синтез белков и фосфорный обмен изменялись слабо.

Кроме того, высокие температуры задерживают процессы распада крахмала, отток сахаров из листьев к растущим органам. Энергия фотосинтеза изменяется при этом слабо; дыхание возрастает с повышением температуры, однако это не снижает содержание крахмала, что указывает также на задержку его распада (табл. 90).

Таблица 90

Зависимость фотосинтеза и содержания углеводов от режима температуры  
(анализ проведен в 17 час 30 мин)

Температура воздуха, °С		Крахмал в листьях, % на сухой вес	Сахар, % на сухой вес		Фотосинтез, мг CO <sub>2</sub> на 10 г сырого веса	Дыхание, мг CO <sub>2</sub> на 10 г сырого веса	Урожай плодов на 1 растение, г
днем	ночью		в листьях	в черешках			
23	23	18,8	0,59	2,56	8,6	5,23	254
23	15	12,5	1,93	4,95	8,0	4,0	397
23	8	1,35	1,35	—	7,7	2,52	368

На повышение фотосинтеза и продуктивность растений хорошо влияет усиление питания их углекислотой. Сотирин (Sotirin, 1961) и Дин и Стюарт (Dunn, Stuart, 1959) показали, что обогащение воздуха теплицы углекислотой до 0,3—0,35% и повышение интенсивности освещения усиливало фотосинтез, рост, развитие и урожай томатов.

По данным А. Ф. Клешина и др. (1959), при смене дневных и ночных температур качество рассады улучшается, ее продуктивность бывает лучше, чем при постоянной температуре (табл. 91). Поэтому даже в условиях Заполярья, при непрерывном освещении летом, автор рекомендует регулировать температуру воздуха.

По данным Б. С. Мошкова (1966), нарушение роста томатов в условиях выращивания при постоянной температуре объясняется слабой интенсивностью света. В опытах автора на 14—18-часовом дне при интенсивном освещении рост был лучше при постоянной температуре 25°, чем при сменной.

При выращивании рассады применяется воздействие пониженными температурами как метод консервации рассады

для временного сохранения ее до высадки в более благоприятный период времени (Брызгалов, 1954; Эдельштейн, 1962).

Ф. Я. Попович (1957) установил, что для получения более раннего урожая в теплицах на Украине рассадку томатов и перцев можно выращивать в сентябре — октябре, используя хороший естественный свет и тепло. В фазе 5—6 листьев рассадку выдерживают при 8—10° в течение ноября — января, а в начале февраля высаживают в теплицу на постоянное место и поддерживают оптимальные условия выращивания. Такая рассадка дает урожай зрелых плодов на 2 недели и более раньше обычного срока.

Таблица 91

**Характеристика рассады и урожай томатов при дополнительном освещении в условиях различного температурного режима (сорт Бизон; посев 8/1)**

Варианты опыта	Температура воздуха, °С		Высота растений, см	Сухой вес растений, мг	Содержание		Начало созревания плодов	Урожай плодов, кг/м <sup>2</sup>
	ночью	днем в период освещения			хлорофилла, мг на 1 г сырого веса	углеводов в листьях, % к старому весу		
Контроль (естественное освещение) при высокой температуре . . . . .	22—25	20—23	16,4	40	1,7	1,92	4/VI	4,9
	15	20—23	8,3	95	1,9	2,96	6/VI	7,4
Лампы накаливания (4100 эрг/см <sup>2</sup> ·сек)	22—25	22—25	25,7	380	1,95	6,40	14/V	5,2
	15	22—26	16,1	665	2,30	19,8	17/V	8,0

По данным Рахмана и др. (Abdel Rachman, Bierhuizen, Kuiper, 1959), Васинка и др. (Wassink, Kuiper, 1959), ночное понижение температуры в теплицах ослабляет транспирацию растений и тем улучшает их рост. По наблюдениям Уорда (Ward, 1956), пыльца томатов лучше прорастает при 19—22°, а плоды завязываются лучше при 20—28°; при низкой температуре (12°) пыльца не прорастает, а образовавшиеся цветки опадают. О положительной роли соотношения света и темноты указывает Хайкин и др. (Highkin, Hanson, 1954) и Боулен-Варланд (Bouillenne-Warland, 1957).

Б. С. Мошков (1966) выдвигает задачу ускорения развития и повышения продуктивности растений в защищенном грунте. Известно, что урожай томатов обычно достигает всего лишь 20—25 кг/м<sup>2</sup> за 6—7 месяцев выращивания в теплицах, а в полевых условиях на юге 90—160 т/га (16 кг/м<sup>2</sup>). Б. С. Мошков (1966) показал, что в осветительной установке,

состоящей из 16 зеркальных ламп накаливания на  $1 \text{ м}^2$ , снабженных водяным фильтром и дающих лучистый поток мощностью в  $\frac{1}{3}$  солнечного, при нормальной температуре и содержании углекислоты с освещением по 14 час ежедневно, бутоны у томатов появляются на 12-й день после всходов; на 20—22-й день начинается цветение растений, а на 26—28-й день формируются первые завязи. Наибольшее время уходит на развитие плодов, но и эта фаза оказывается сокращенной до 25 суток. Весь период от появления всходов до созревания плодов укладывается, следовательно, в 52—53 дня, т. е. развитие растений идет в 2—3 раза быстрее, чем в обычных условиях выращивания. За 1 год при использовании описанной выше осветительной установки Мошковым получено 6 урожаев. Каждое растение дало за 60 суток по 300—500 г зрелых плодов ( $3\text{—}4 \text{ кг}/\text{м}^2$ ) с затратой 1000 квт·час энергии на  $1 \text{ м}^2$ .

Автор рекомендует почвенно-водную культуру томатов на растворе Гельригеля или Кнопа (0,5 его концентрации). При загущенной посадке — по 25 растений на  $1 \text{ м}^2$  за 60 дней урожай достигал 10 кг, при среднем урожае по 400 г на 1 растение. За год выращивалось по 60 кг плодов томатов с  $1 \text{ м}^2$ . По мнению автора, урожай может быть увеличен в 2 раза, если с посева растения выращиваются на 0,5 концентрации раствора Кнопа: за год с  $1 \text{ м}^2$  можно собрать до 100 кг плодов. Однако при этом требуются большие затраты энергии и материалов.

О гравийной культуре томатов сообщают Каппорт (Saraert, 1956) и З. И. Журбицкий (1963). По данным Д. А. Алиева (1963), в совхозе «Киевская овощная фабрика» безгрунтовая культура овощей осуществляется не на стеллажах, а в широких бетонных поддонниках, что оказалось лучше для механизации работ и экономически выгоднее. Аналогичные работы ведутся в совхозе «Тепличный» под Москвой.

Для выращивания в условиях закрытого грунта следует подбирать соответствующие сорта томатов и выводить новые в тепличных условиях. Например, Б. С. Мошков (1966) из сорта Пушкинский 1853 путем многократного отбора (более 30 поколений) и непрерывной его репродукции в лабораторных камерах получил высокоурожайную форму («лабораторный образец»). Селекционная работа особенно важна при культуре в условиях высокой интенсивности света, позволяющих ускорять рост и развитие растений и повышать урожай. Проведенное Б. С. Мошковым (1966) сравнительное изучение двух сортов (Пушкинский 1853, улучшенный отбором в камерах, и грунтовый образец Эрлиана 20) при разной интенсивности света показало, что эти сорта различаются не только по своей продуктивности, но и по разной реакции на освещение: сорт Пушкинский давал наибольший урожай при интен-

сивности света 800  $вт/м^2$ , к которой он приспособился, а сорт Эрлиана — при вдвое меньшей (табл. 92).

В настоящее время выведены и широко используются в теплицах целый ряд сортов: Тепличный Грибовский, Тепличный Брежнева 1804, Уральский многоплодный и др. (Брежнев, 1964).

Овощеводство в условиях защищенного грунта особенно широко развивается в Болгарии. Как сообщает Х. Даскалов (1963), здесь в теплицах

Т а б л и ц а 92

Реакция разных сортов томатов на интенсивность света

Интегральный лучистый поток ламп накаливания, $вт/м^2$	Сухой вес одного растения, г	
	Пушкинский 1853	Эрлиана 20
800	1065	310
600	987	310
400	780	570
200	505	260

выращивают главным образом томаты, которые дают средний урожай до 1000  $ц/га$ . Сеют их в октябре, а урожаем начинают собирать в конце февраля; перцы сеют в конце сентября, урожай начинают собирать в начале января.

Г. И. Тараканов (1964), посетивший Японию в 1962 г., указывает, что в этой стране при зимней культуре овощных пасленовых

растений широко и успешно используются светопрозрачные пленки. При этом выращиваются преимущественно гетерозисные гибриды первого поколения томатов, а также раннеспелые их сорта — Хиккари, Хапуху и др.

Регулирование освещения и других факторов в теплицах улучшает не только рост растений, но и качество урожая. В. М. Леман, Н. Н. Протасова и др. указывают, что регулирование освещения влияет на повышение содержания в плодах витамина С. По данным Гютманиса (Gutmanis, 1959), применение ламп накаливания способствует повышению содержания витамина С и сухих веществ в плодах томатов, снижает активность аскорбиноксидазы и усиливает активность пероксидазы и полифенолоксидазы.

По наблюдениям Э. Ф. Шабельской и Т. Н. Годнева (1964), при слабом освещении и в темноте снижается содержание каротина в плодах томатов и тормозится их созревание.

Джонсон и др. (Johnson, Hall, 1956) показали, что в случае преобладания длинноволновой красной радиации наблюдается значительное опадение цветков томатов на первой кисти. Аналогичные явления нами наблюдались при выращивании томатов под неоновым светом. При высокой интенсивности длинноволновой части спектра пыльца погибает и цветки опадают. Повышение интенсивности радиации вызывает усиление транспирации растений в теплицах (Nealt, 1955).



Дополнительное искусственное освещение растений томатов в теплицах, например ультрафиолетовыми лучами (2900—3499 Å), усиливает накопление аскорбиновой кислоты в плодах (Fryzer, Ascham, Cardwell, 1954; Dunn, Stuart, 1959).

Воздействие активными препаратами на растение повышает их продуктивность. Опрыскивание цветков томатов ростовыми веществами в теплицах повышает урожай плодов (Ракитин, 1953; Gombkoto, Geza, 1959; Corder, Hedger, 1959; Феофанова, 1960 и др.). Опрыскивание томатов 10%-ной сахарозой повышает сухой вес растений (Bergie, 1960). Целым рядом работ было показано, что обработка побегов томатов гетероауксином в ланолиновой пасте вызывает ускорение развития растений (Максимов, 1958). Эти приемы получили распространение в практике овощеводства, особенно в защищенном грунте. В тепличных условиях плоды томатов содержат сухих веществ, аскорбиновой кислоты и пигментов обычно меньше, чем в открытом грунте (Mc Gillivray, 1945, Цит. по Арасимович, Шивриной, Васильевой, 1961; Кружкин, Белик, 1953; Журбицкий, 1955; Гутманис, 1959; Epachescu, 1959).

По данным С. В. Александрова с сотрудниками (1954) и В. Таранова (1961), семена плодов, получаемых в теплицах Севера, лучше семян, полученных с грунтовых растений этой климатической зоны; семена из открытого грунта Юга по качеству близки к семенам, выращиваемым в теплицах, поэтому их можно использовать для закрытого грунта, что позволяет удешевить семеноводство. Однако сорта следует выводить в тепличных условиях.

В последние годы быстро развивается культура растений под прозрачными синтетическими пленками, что позволяет защищать растения от холода при раннем посеве и посадке их и выращивать ранние овощи при меньших затратах, чем в теплице. Исследования В. Ф. Белика, Ф. С. Файнберг и Т. А. Вдовиной (1964), С. Ф. Ващенко (1964) и других показали, что под пленками, несмотря на некоторое ослабление солнечного света (на 10—15%), но благодаря повышению температуры в сравнении с открытым грунтом рост и развитие томатов ускоряется, урожай повышается и созревает быстрее. При этом полиамидная пленка лучше полиэтиленовой. Возможно, целесообразно использовать цветные пленки (синие и др.).

В настоящее время достаточно полно изучена биология и физиология томатов и других растений, выращивающихся в условиях теплиц при различных режимах температур, освещения, газового состава и пр., установлена эффективность отдельных приемов выращивания растений в теплицах для получения хорошей рассады и урожая продуктивных органов (плодов и пр.). Это позволяет более эффективно использовать дорогостоящие теплицы и их оборудование.

## ИЗМЕНЕНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ И СЕЛЕКЦИЯ ОВОЩНЫХ ПАСЛЕНОВЫХ

### ПРИСПОСОБИТЕЛЬНЫЕ РЕАКЦИИ

Многочисленными исследованиями показано, что выведение новых сортов растений с учетом их физиологических свойств дает положительные результаты.

Все культурные растения созданы человеком путем отбора форм с полезными изменениями. Применением методов гибридизации и отбора выведены новые более совершенные сорта различных культур, наилучшим образом приспособленные к конкретным почвенно-климатическим условиям.

Растения, особенно в молодом возрасте, очень чувствительны к влиянию различных факторов (температура, засуха, воздействие различными химическими агентами и др.). Эти свойства растений используются в практике при разработке приемов «закаливания» растений к неблагоприятным условиям и ряде других случаев. Они влияют также на выработку определенных режимов жизни растений, которые при продолжительном воздействии тем или иным фактором могут закрепляться в потомстве. Проблема акклиматизации растений, в том числе и овощных, также решается на основе вышеуказанных свойств (Рубин, 1957; Рубин, Арциховская, 1960; Генкель, 1965; Дунин, 1965 и др.).

Наблюдения показали, что сорта томатов северной селекции быстрее бутонизируют и зацветают на длинном дне. Например, сорт томата Штамбовый Алпатьева, выведенный на Грибовской опытной станции (Москва), образовал бутоны и зацвел на коротком 9-часовом дне на 6 дней позже, чем на естественном 17-часовом. Аналогичные данные нами получены на отдельных сортах перца, баклажана и хлопчатника.

Подобные явления наблюдаются при географической изменчивости. Высевая один и тот же сорт в разных зонах, можно заметить резкие различия в обмене веществ, физиологических процессах и химическом составе растений, как в год

посева, так и в последующих поколениях, хотя это один и тот же сорт. Т. В. Олейникова (1954) в опытах с томатами показала, что размножение их в течение ряда лет в условиях Ленинграда и Средней Азии изменило реакцию растений на длину дня; это сохранилось в потомстве. Появление указанных изменений автор объясняет отклонением в условиях выращивания, выходящим за пределы привычных норм реакции. А. А. Шахов и А. Д. Семененко (1958) наблюдали аналогичные явления в опытах с пшеницами и картофелем в Запоярье и Москве. В. А. Новиков (1956, 1960) изменял растения томатов и других растений путем воздействия светом на 3—4-й стадиях развития. Аналогичные данные получила Н. Лейсле (1957) и проследила до 3-го поколения.

И. Л. Макаро и А. В. Кондратьева (1956) показали, что повторная закалка пониженными температурами наклюнувшихся семян томатов в течение ряда лет повышает холодостойкость растений, что сохраняется и проявляется в течение нескольких семенных поколений.

Пасленовые овощные культуры происходят из южных широт, поэтому они являются теплолюбивыми и некоторые из них засухоустойчивыми, жароустойчивыми и солеустойчивыми.

Несмотря на то что у всех культур сложились исторически определенные потребности к температуре внешней среды, продолжительности дня, освещенности и другим факторам, все же у северных, нежаростойких форм и сортов при длительном возделывании их в южных районах приобретает жароустойчивость, а у южных форм на севере — холодостойкость, т. е. растения постепенно изменяются и приспосабливаются. Степень продвижения некоторых южных растений далеко на север (особенно томатов, огурцов, тыквы и др.) связана с разной степенью изменчивости их, способностью к приспособлению и акклиматизации.

При повышении холодостойкости теплолюбивых растений в связи с более ранним их посевом и продвижением в северные и горные районы П. А. Генкель и С. В. Кушниренко (1966) предлагают оценивать сорта по вязкости протоплазмы, а метод закалки растений шире использовать при селекции для воспитания гибридов и в семеноводстве.

Нами показано, что некоторые сорта томата отличаются повышенной транспирацией и жароустойчивостью, как например, сорт Краснодарец (табл. 93). Следовательно, по этим показателям также можно оценивать сорта.

Семена, имеющие важнейшее значение в сохранении и преемственной передаче растению наследственных признаков, химического состава и типа обмена веществ, можно подвергать воздействиям с целью получения направленных изменений (химическими препаратами, ионизирующей радиа-

Физиологическая характеристика исходного материала разных сортов томатов

Сорта	Транспирация, % к пробе в 7 час		
	11 час	14 час	17—18 час
Б. Балтимор . . . . .	107	135	100
Краснодарец . . . . .	111	200	111

цией и др.). Вместе с тем следует шире использовать и условия для выращивания высококачественных семян, воздействуя через материнский организм. Качество семян формируется в онтогенезе растений в зависимости от наличия для этого благоприятных условий.

### ФИЗИОЛОГИЯ ГЕТЕРОЗИСА

Гибридные семена дают более высокопродуктивные гетерозисные растения, лучше приспособляющиеся к внешним условиям, имеющие свойства более жизненные, обогащенные. Явление гетерозиса замечено около 200 лет тому назад; для овощных культур давно подобраны гибридные комбинации (Тотмаков, Алпатьев, 1935; Химич, 1935 и др.). Особенно расширились эти работы в последние годы (Брежнев, 1966), однако физиология этого явления только начинает изучаться. Гетерозисные свойства у растений возникают в результате скрещиваний не всякой пары, а лишь отдельных комбинаций. Последнее указывает на то, что в этом случае происходит наиболее близкое совпадение и взаимодействие типов обмена веществ. В результате появляются новые внутренние, а на этой основе внешние признаки и свойства, которые преемственно передаются семенным поколениям.

Использование гибридных семян получило также широкое распространение. Например, в Молдавии, помимо болгарского гибрида томата F (10 × Бизон), подобраны и местные комбинации: томат Перемога 165 × Докучавский 4 (Загинайло, 1965), перец Молдова-18 (Белая капия × Линия 115/60).

Применение гибридных семян позволяет не только повышать урожай, но и усиливать приспособительные свойства растений к местным условиям. Например, как сообщает Д. Д. Брежнев (1966), выращивание сладкого перца в северных зонах (в Польше и др.) стало возможным только при использовании гетерозисных комбинаций. Гибриды томатов из горных и северных зон (например, из Чехословакии и др.) от-

личаются большей скороспелостью и устойчивостью цветков против осыпания, чем из южных зон (Болгарии и др.). Селекционеры считают, что для каждой зоны гибриды следует создавать в местных экологических условиях. Скрещивание географически отдаленных рас (по методу И. В. Мичурина) дает более продуктивные формы томатов и других культур, чем отдаленные межвидовые скрещивания.

Н. Кудрев (1959) показал, что у гетерозисных растений в корнях больше содержится ДНК, а у обычных — РНК. У гетерозисных овощных и бахчевых растений сухих веществ накапливается больше (Павлов, 1961; Зубов, 1961; Дарканбаев, 1962). Гибридные томаты F<sub>1</sub> (10 × Бизон) отличаются более высокой активностью полифенолоксидазы в сравнении с сортом Бизон (Epachescu, 1962).

Некоторые комбинации при скрещивании дают гибридные семена и растения, характеризующиеся высокой продуктивностью и жизненностью, отличающиеся высоким содержанием сухих веществ и сахаров в плодах и повышенной устойчивостью к неблагоприятным условиям среды (Алпатов, 1944, 1955а; Бабаджанян, 1952; Айзенштат, 1954; Глущенко, 1957; Ткаченко, 1959; Минасян, Костянян, 1954; Даскалов, 1955; Вишневский, 1955; Попов, Христов, 1957; Турбин, Антрашенко, 1958; Рубцов, 1961; Valint, 1961). По данным С. М. Минасян и Б. А. Костянян (1954), при внутрисортных скрещиваниях, но без собственной пыльцы, содержание белков, жиров и других веществ в семенах томатов значительно возрастает; сорта томатов также различаются между собой по этим показателям (табл. 94).

Т а б л и ц а 94

Химический состав семян томатов (г на 1000 семян)

Сорта	Вес 1000 семян, г	Белки	Жиры	Раствори- мые угле- воды	Клетчатка	Зола
Сливовидный красный . . .	2,47	0,54	0,84	0,049	0,38	0,08
Штамбовый-31	1,54	0,37	0,57	0,067	0,28	0,06

Однако, хотя сорта отличаются друг от друга по абсолютному весу семян, содержание белка в них, выраженное в процентах к весу семян, довольно близкое (24%); то же отмечается по содержанию жира (около 36%). Поэтому исходный материал следует изучать и по химическому составу растений.

А. В. Алпатов и Н. А. Юрьева (1960) опытами с томатами в полевых условиях на Грибовской опытной станции под Москвой установили, что отбор форм из гибридных рас-

тений по содержанию сухих веществ (из них больше половины — сахара) в плодах позволяет получать линии с более высокими и устойчивыми показателями (особенно в 4—6-м поколении) по этому признаку в потомстве. Для скрещивания были взяты сорта Плановый с низким содержанием сухих веществ (4,7—5,9%) и Маринадный с высоким их содержанием (8,3—8,5) (табл. 95).

В. В. Арасимович, А. Н. Шиврина, Н. А. Васильева (1961) также приводят данные о том, что, например, сорта томатов Октябренок, Чкалов и Апатия отличаются высоким

Т а б л и ц а 95

Изменение содержания сухого вещества в плодах гибридов томатов разных поколений

Сорта и гибриды	% сухих веществ	
	исходных семенных растений	потомство (среднее)
Сорт Маринадный . . . . .	8,5	8,61
Сорт Плановый . . . . .	5,9	5,96
F <sub>2</sub> (Маринадный × Плановый) . . . . .	8,0	7,16
F <sub>3</sub> » » . . . . .	6,8	6,48
F <sub>4</sub> » » . . . . .	6,1	8,38
F <sub>6</sub> » » . . . . .	7,0	8,03

содержанием сухих веществ и аскорбиновой кислоты, что важно учитывать при селекции.

В процессе селекции методами скрещивания и прививок также получают формы, отличающиеся высоким содержанием в плодах витамина С, сахаров и пр., что можно закрепить отбором.

Высокая продуктивность гетерозисных растений обуславливается не только подбором родительских пар, но и условиями гибридизации. Например, Я. С. Айзенштат (1954) обнаружил, что старый или ослабленный родительский организм, имеющий в момент скрещивания застаревшие цветки с пыльцой, дает слабое потомство томатов. Ф. М. Набурян (1944) на другом пасленовом растении — табаке установил, что пыльца через 10 дней после образования отличается наибольшей продуктивностью при скрещивании, а через 63 дня она дает лишь 89% коробочек; к тому же семена в них получаются мало всхожими.

Дополнительное опыление смесью пыльцы повышает продуктивность растений и улучшает химический состав плодов. Например, Р. И. Филипповой (1960) на баклажанах показано, что в этом случае увеличивается содержание сахара и сухих веществ в плодах (табл. 96).

**Влияние опыления смесью пыльцы на химический состав плодов баклажана сорта Карликовый (% на сырой вес)**

Варианты опыта	Сухое вещество	Сахар	Кислотность по яблочной кислоте
Внутрисортное опыление . . . . .	10,0	1,9	0,21
Опыление смесью пыльцы . . . . .	9,4—12,6	1,7—2,3	0,19—1,24

По наблюдениям С. И. Болотникова (1957), штамбовость томатов — это ценное свойство, особенно для южных засушливых и жарких условий — передается по наследству только в том случае, если в качестве материнского растения используется штамбовый сорт. Появляющийся при этом гетерозис можно закрепить повторным скрещиванием первого поколения с исходным штамбовым сортом, что позволит ускорить селекцию. По нашим данным штамбовость томатов изменяется и при прививках.

#### **ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ НА ИЗМЕНЕНИЕ РАСТЕНИЙ**

А. М. Горобец (1960) установил, что семена, полученные из первых плодов первой кисти томата, дают самые скорооспелые растения. Семена томатов для северных районов можно улучшить путем репродукции в благоприятных южных условиях (Квасников, Никонова, 1958; Таранов, 1961).

А. В. Алпатьев (1944), Е. И. Малышев (1960) показали, что ранний посев семян томатов в грунт, в период воздействия пониженных температур, обуславливает повышение холодостойкости растений.

Химический состав плодов изменяется в зависимости от места репродукции семян. Л. В. Милованова (1961) указывает, что семена, выращенные в условиях Ташкента, дают растения и плоды с повышенным содержанием сухого вещества, белка и каротина, а выращенные в условиях Москвы — с высоким содержанием витамина С и сахаров.

Д. Д. Брежнев (1953, 1964) установил, что после пятилетнего выращивания томатов в богарных условиях Средней Азии скороспелость и засухоустойчивость подопытных растений усилилась в сравнении с томатами тех же сортов, выращенными во влажных северных условиях (Ленинград). Семена с юга отличались повышенной всхожестью (табл. 97).

Как видно из табл. 97, в плодах увеличилось содержание сахаров, сухих веществ и витамина С, что указывает на при-

Влияние многолетнего выращивания томатов в различных экологических условиях на химический состав плодов семенных поколений (на 100 г плода)

Сорта	Районы и условия выращивания	% сухих веществ	Сумма сахаров, %	Кислотность по яблочной кислоте, %	Витамин С мг %
Плановый Грибовский (северный сорт)	Ленинградская обл.	5,0	2,12	0,51	10,09
	Средняя Азия—при орошении	6,68	2,9	0,41	30,03
	Средняя Азия—на богаре	8,32	3,45	0,64	34,2
Пьеретта (южный сорт)	Ленинградская обл.	5,0	1,9	0,23	20,0
	Средняя Азия—при орошении	6,8	2,93	0,37	28,5
	Средняя Азия—на богаре	9,48	4,18	0,61	36,0

обретенное свойство усиленного биосинтеза этих веществ. Правда, не все сорта изменялись в одинаковой мере: северный сорт реагировал сильнее. Неизвестно также, как долго сохраняются приобретенные изменения — автор испытывал растения лишь один год.

П. Ф. Кононков (1959) получил аналогичные результаты при выращивании гибридов томатов на различных фонах увлажнения. Двухлетнее воздействие на растения недостаточным увлажнением повысило засухоустойчивость и скороспелость их семенного потомства.

Аналогичные изменения получают по солеустойчивости растений. На пшенице, люцерне и других растениях было показано, что длительное размножение сортов в условиях засоленных почв повышает солеустойчивость растений (Кружилин, 1939, 1940, 1944). Подобные результаты получены при прямом воздействии засолением на томаты. Р. Г. Матухин (1963) установил, что многолетнее выращивание томатов на засоленных почвах повышает солеустойчивость и продуктивность растений. В первые годы засоление действует отрицательно на рост, урожай и содержание витамина С. В последующие годы, по мере приспособления растений к засолению, продуктивность растений повышается, а качество плодов улучшается (табл. 98).

При выборе методов селекции важно знать и другие физиологические особенности, характеризующие специфичность взаимного влияния исходных сортов при прививках и скрещиваниях. Наши опыты в этом отношении показали (табл. 99), что, например, половые и вегетативные гибриды по своим показателям занимают промежуточное положение, как прави-



## Влияние хлоридного засоления на изменчивость томатов

Варианты опыта	Высота растений, см	Урожай плодов на 1 растение, кг	Качество плодов		
			% сухих веществ по сахарозе	содержание витамина С, мг %	кислотность по яблочной кислоте, %
Контроль . . . . .	44,0	1,34	5,9	14,9	0,38
Растения 1-го года воспитания . . . . .	30,7	1,07	7,9	13,2	0,64
Растения 2-го года воспитания . . . . .	36,5	1,16	8,0	—	0,60
Растения 4-го года воспитания . . . . .	44,0	1,53	8,0	—	0,54
Растения 5-го года воспитания . . . . .	46,0	1,56	8,1	—	0,50

Таблица 99

## Физиологические различия гибридов томатов

Сорта и варианты	Покорение	Активность пероксидазы, мг % пурпурогаллина		Содержание моносахаров, % на сухой вес		
		листья	плоды	лист у 1-й кисти	лист у 3-й кисти	плоды
Штамбовый Алпатьева привит на сорт Садовод Магомет . . . . .	F <sub>2</sub>	6,3	2,6	1,2	1,1	3,8
Садовод Магомет . . . . .	P	1,7	1,8	0,8	0,9	2,9
Садовод Магомет × Штамбовый Алпатьева . . . . .	F <sub>3</sub>	4,8	2,5	1,3	1,4	4,8

ло, более высокое, чем исходные родительские формы; при этом уклонения находятся больше под влиянием материнского растения. У половых гибридов показатели были несколько выше, чем у вегетативных. При прививках и скрещиваниях сортов Штамбовый Алпатьева × Штамбовый Золотистый аналогичные результаты получены по содержанию белка и аскорбиновой кислоты в растениях.

Подбор пар при внутривидовой межсортовой прививке также позволяет часто получать семена со свойствами повышенной продуктивности и лучшего химического состава плодов, даже в отсутствие морфологических изменений. Например, такие результаты были получены по томатам (Сисакян, Васильева, 1952; Кружилин, Белик, 1953; Семененко, 1953; Захарчишина, 1960).

При отдаленных межвидовых и межсортовых прививках наблюдались неодинаковые различия: при прививках томата на перец и физалис содержание сухих веществ в плодах томата снижалось, а в случае прививки баклажана на томат плоды баклажана содержали больше сахаров и сухих веществ. В селекции часто важнее изменение продуктивности растений, устойчивости их к неблагоприятным условиям и химического состава, а не изменение морфологических признаков. В этом отношении метод прививок дает положительные результаты и поэтому его следует использовать в селекции. Однако в любом случае необходимо применять отбор лучших форм.

При любой методике селекционной работы большое внимание следует уделять не только продуктивным органам (плоды, семена, корнеплоды и пр.), но и листьям. Особенно это важно при селекции на изменение химического состава продуктивных органов и тем более в том случае, когда ими являются сами листья (салат, укроп, табак и пр.). Например, известно, что аскорбиновая кислота синтезируется главным образом в листьях и отсюда передвигается в плоды и другие органы. У перца и томата плоды резко различаются по содержанию аскорбиновой кислоты, однако поскольку она синтезируется в листьях, то при селекции следует уделять большое внимание этим органам (а не только плодам), хотя листья этих культур по указанному признаку различаются не так сильно, как плоды.

Вместе с тем следует учитывать, что хотя томат и перец резко различаются по содержанию аскорбиновой кислоты, это свойство при прививках слабо изменяется и мало передается семенным поколениям (Кружилин, Белик, 1953; Кружилин, 1960). Г. Г. Батикян (1951) и Е. П. Хазина (1956) при прививках и скрещиваниях сортов и видов перцев также получили подобные различия в содержании сахаров и аскорбиновой кислоты. Еще труднее оказалось изменить алкалоидность растений путем прививки, например, табака на томат и обратно, тогда как при межсортовых прививках табака этот признак сильно изменяется. Это указывает на важную роль сложившихся типов обмена веществ; при слабом их различии (межсортовые) взаимодействия компонентов и изменчивость сильнее, а при резком различии изменения практически отсутствуют. Очевидно, эти закономерности во многом будут аналогичными и при отдаленных половых скрещиваниях, хотя здесь изменения получаются более глубокими.

На формирование признаков можно оказывать значительное влияние и при помощи минерального питания в процессе выращивания растений. Выше мы указывали на роль фосфора и азота в онтогенезе растения. Установлено, что длительное, многолетнее (более 5 лет) выращивание гибрид-

ных растений и даже старых сортов на разных фонах минерального питания изменяет растения (Кружилин, Шведская, 1956). Проверка показала, что после усиленного фосфорного питания в потомстве этих растений повышается скороспелость, увеличивается содержание углеводов в урожае (сахара в плодах, крахмала в клубнях и пр.). На фоне повышенного азотистого питания усиливается фотосинтез, рост и позднеспелость растений. Содержание белка почти не изменяется (табл. 100).

Таблица 100

**Влияние фона питания в предыдущих поколениях на химический состав листьев томатов при испытании на удобрённом фоне**

Наименование сортов и гибридов томатов	Моносахара, % на сухой вес			Белковый азот, % на сухой вес		
	конт-роль	азот-ный фон пита-ния	фосфор-ный фон пита-ния	конт-роль	азот-ный фон пита-ния	фосфор-ный фон пита-ния
Сорт Грунтовый Грибовский . . .	3,54	4,24	5,10	4,18	4,59	4,11
Гибрид 638а (Грунтовый Грибовский × Тепличный) . . .	3,38	3,03	3,58	4,23	4,23	4,20
Гибрид 586 (Грунтовый Грибовский × Тепличный) . . .	3,28	3,77	4,78	4,07	4,15	—

Во втором семенном поколении сохранилось повышенное содержание моносахаров в листьях с фосфорного фона питания, а сахарозы — с азотного фона. Наблюдались отклонения и в активности окислительных ферментов, которые также передались семенным поколениям.

В опытах отмечалось значительное накопление аскорбиновой кислоты в растениях на азотном фоне питания. В первый год проверки (1-е поколение) содержание аскорбиновой кислоты снижалось в листьях растений, выращенных на всех фонах минерального питания (табл. 101), однако листья растений с азотистого фона питания имели показатели выше контрольных растений, а с фосфорного — ниже их. Такая закономерность отмечена нами для восстановленной и окисленной форм аскорбиновой кислоты.

После усиленного фосфорного питания сохраняется свойство повышенного биосинтеза моносахаров, а накопление сахарозы и азотистых веществ отстает. В связи с повышенным содержанием сахарозы в растениях с азотного фона питания интенсивность биосинтеза аскорбиновой кислоты возрастает и это свойство сохраняется в семенных поколениях.

На фосфорном фоне питания биосинтез аскорбиновой кислоты слабо изменяется. Наибольшие различия были у гибридов в сравнении со старым сортом. У позднеспелого гибри-

Влияние фонов питания на содержание аскорбиновой кислоты в листьях томата (в % к контролю)

Варианты	В период выращивания на фонах		Контроль (без удобрения)	Последствие фонов	
	азота	фосфора		азота	фосфора
Сорт Грунтовый Грибовский . . . . .	207	109	100	186	113
Позднеспелый гибрид 586 (Грунтовый Грибовский × Тепличный) . . . . .	242	105	100	119	100
Раннеспелый гибрид 638 (Грунтовый Грибовский × Тепличный) . . . . .	122	82	100	82	87

да на азотном фоне синтез аскорбиновой кислоты выше, чем у раннеспелого сорта, а при испытании, наоборот, ниже, хотя выше контроля; раннеспелый гибрид слабее реагирует на азот, а на фосфорном фоне его показатели ниже контроля как в годы выращивания, так и после — при испытании. Последующее размножение этого материала на неудобренном фоне приводило к снижению биосинтеза аскорбиновой кислоты, что указывает на возникшие «потребности» у растений к своим фонам питания. При возвращении семенных поколений на прежние фоны наблюдалась более сильная реакция растений на эти фоны в сравнении с контрольными. Подобные результаты нами получены и на картофеле.

Таким образом обнаруживается изменчивость растений по их способности к синтезу аскорбиновой кислоты, сахаров и белков под влиянием минерального питания, что передается семенным поколениям. Аналогичные изменения наблюдаются и в отношении активности ферментов (пероксидазы и др.).

Изменение физиолого-биохимических свойств коррелирует с изменениями длины вегетационного периода и величины урожая (табл. 102). Растения томатов, выращивавшихся в предыдущих поколениях на почве, обогащенной фосфором, оказываются более раннеспелыми: они цветут раньше и более обильно, чем растения контрольные и с азотистого фона питания. В первом поколении эта особенность выражена сильнее, чем во втором.

Изменения вегетационного периода сказались и на урожайности растений. Так, растения с фосфорного фона питания при проверке их на неудобренном фоне в 1-м и 2-м поколениях дали урожай зрелых плодов на 20—30% выше, чем контроль; с азотного фона, наоборот, уже в 1-м поколении урожай зрелых плодов был на 30—40% ниже, чем с контрольного (табл. 103).

Таблица 102

Влияние фонов питания в предыдущих поколениях на изменчивость вегетационного периода растений томатов, выращенных на неудобренном фоне (% растений с цветением на 27/VII из расчета на 120 растений)

Наименования сортов и гибридов	1-е поколение			2-е поколение		
	конт-роль	с азот-ного фона пита-ния	с фос-форно-го фона пита-ния	конт-роль	с азот-ного фона пита-ния	с фос-форно-го фона пита-ния
586/42 (Грунтовый Грибовский × Тепличный) позднеспелый . . .	25	0	71	0	50	50
537 (Грунтовый Грибовский × Теп-личный) позднеспелый . . . . .	40	14	86	10	22	100
638а (Грунтовый Грибовский × Теп-личный) раннеспелый . . . . .	60	75	100	—	44	100
Тепличный . . . . .	—	0	43	0	—	100
Грунтовый Грибовский . . . . .	100	13	100	30	17	100
Штамбовый Алпатьева . . . . .	50	43	100	42	44	100
Штамбовый Алпатьева × Садовод Магомет . . . . .	100	90	100	42	63	100
Садовод Магомет . . . . .	100	50	100	75	—	100

Таблица 103

Влияние фона питания в предыдущих поколениях на урожайность 1-го поколения растений томатов, выращенных на неудобренном фоне

Наименование сортов и гибридов	Урожай зрелых плодов за три первых сбора (грамм на куст)		
	контроль	с азотного фона питания	с фосфорного фона питания
Гибрид 586/42 (Грунтовый Грибов-ский × Тепличный) . . . . .	176,2	120,5	238,8
Гибрид 637 (Грунтовый Грибовский × Тепличный) . . . . .	210,4	188,2	211,0
Гибрид 638а (Грунтовый Грибов-ский × Тепличный) . . . . .	236,4	216,6	268,0
Тепличный . . . . .	—	134,6	288,4
Грунтовый Грибовский . . . . .	248,8	178,8	328,1
Штамбовый Алпатьева . . . . .	249,5	191,2	393,1
Гибрид (Штамбовый Алпатьева × × Садовод Магомет) . . . . .	240,0	113,6	105,3
Садовод Магомет . . . . .	90,7	—	92,4

Аналогичные изменения длины вегетационного периода томатов под влиянием минерального питания получила Н. Я. Гроздова (1960). Л. Е. Смилянец (1961) установила, что систематическое орошение и обильное удобрение в продолжение более 4—7 лет в условиях Молдавии удлинит вегетационный период томатов, т. е. сделало их более позднеспелыми.

Для производства и селекционных целей необходимо подбирать сорта с более высоким содержанием аскорбиновой кислоты, сахаров и др. Такими сортами перцев, по данным Л. В. Миловановой, являются Новочеркасский 35, Ротунда 449, Майкопский 470. Оценку сортов следует проводить ближе к периоду полной физиологической зрелости плодов, когда возможен более объективный выбор плодов для анализа.

Районированных сортов томатов очень много — около сотни номеров только в СССР. Оценка их дана в ряде работ (Брежнев, 1953, 1954; Ушакова, 1955).

Н. Г. Мангаладзе (1958) дал широкую оценку сортам баклажанов и перца по урожаю, качеству плодов и содержанию витамина С в листьях и плодах. Для северных районов аналогичные рекомендации даны в работах М. А. Эрвальд (1955), М. И. Бураковой (1955), А. С. Борозец (1957). В горных районах Армении своей холодостойкостью выделились сорта томата средней полосы — Грибовской станции (Патриот, Краснознаменный), однако и здесь полезно закалять рассаду и ограничивать рост растений чеканкой (Авакян, 1955; Батикян, Чолахян, 1961).

Изучение новых сортов и приемов агротехники позволило выявить возможности культуры перцев и баклажанов и в более северных районах. М. А. Эрвальд (1955) на основании своих исследований, впервые в 1952—1954 гг. успешно провела широкие производственные опыты с перцами и баклажанами в совхозах и колхозах Рязанской области, с реализацией плодов перцев на консервных заводах. Перцы здесь не увядали; баклажаны росли хуже. В последние годы (Эрвальд, 1960) для Рязани выделен ряд перспективных венгерских сортов (Щецейский и др.); на юге (Поволжье, Кубань и др.) эти сорта по качеству уступают советским сортам: содержание сахаров, сухих веществ и витамина С у них меньше (Варенцов, 1959; Schmidt, 1962).

Г. В. Тотмаков (1946) путем подбора пар вывел скороспелые томаты. К. Юсупов вывел интересный сорт Юсуповский для Узбекистана путем скрещивания сортов Марглоб и Чудо рынка. Этот сорт позднеспелый, но он отличается очень мощным кустом и крупными плодами, что позволяет получать высокий урожай при разреженной посадке — с междурядьями до двух метров и 24 тыс. растений на гектар; в междурядьях автор сорта рекомендует выращивать раннеспелые сорта томатов.

\* \* \*

Важнейшей задачей дальнейших селекционных исследований является изучение и повышение холодостойкости растений в связи с продвижением пасленовых культур (особенно

перца и баклажанов) в северные и горные районы. Методы закалки растений могут быть важными при селекции — для воспитания гибридов, а также в семеноводстве. Поскольку важнейшие, хозяйственно полезные органические вещества синтезируются главным образом в листьях (сахара, витамины и пр.), то при селекции следует обращать внимание на оценку и отбор не только по плодам, но и по качеству листьев.

Изучение этих биологических резервов позволит полнее использовать потенциальные возможности растений для формирования урожая.

## СИНТЕЗ И НАКОПЛЕНИЕ ВАЖНЕЙШИХ СОЕДИНЕНИЙ В ОВОЩНЫХ ПАСЛЕНОВЫХ РАСТЕНИЯХ

Химический состав растений изменяется под влиянием экологических условий и различных приемов агротехники.

При выращивании пасленовых овощных культур важно получать не только высокий урожай их плодов, но и плоды хорошего качества в отношении химического состава. Важнейшие органические соединения (сахара, витамины, кислоты и др.) синтезируются в процессе фотосинтеза, роста и развития растений.

Плоды томатов ценятся главным образом за содержание в них большого количества сахаров, витаминов, органических кислот (яблочной, лимонной и др.), каротиноидов.

Плоды перца ценятся преимущественно за значительное содержание в них витамина С и сахаров; у сортов горьких перцев фруктозы, сахарозы и витамина С содержится больше, чем у сортов сладкого перца.

В плодах баклажана содержится много сахаров, особенно глюкозы, а также пектина и витамина С.

Плоды физалиса обладают самой высокой сахаристостью (главным образом за счет дисахаридов) и незначительным содержанием витамина С.

После образования плодов к ним усиливается приток органических веществ из всех органов: листьев, стеблей и корней. Если в запасующих вегетативных органах двулетников (корнеплодах, кочанах и пр.) накопление органических веществ происходит одновременно с ростом этих и других органов, то у однолетних пасленовых и других культур накопление органических веществ в плодах усиливается лишь после образования в них семян, а рост остальных органов в это время замедляется.

Все пасленовые растения отличаются высокой интенсивностью биосинтеза сахаров и аскорбиновой кислоты в листьях.



Химический состав пасленовых растений подробно освещен в монографии: «Биохимия овощных культур» (1961). Поэтому мы рассмотрим здесь лишь некоторые вопросы синтеза органических соединений главным образом у томатов.

### ДЫХАНИЕ И НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ КИСЛОТ В ПЛОДАХ

Как известно, биосинтез и накопление отдельных соединений в растении связаны с общим обменом веществ и процессами созревания плодов. В ряде работ показано, что в процессе созревания изменяется дыхание в плодах и растениях томатов. Ю. В. Ракин, К. Л. Поволоцкая и Д. М. Седенко (1956), изучавшие дыхание и обмен веществ цветков и плодов томатов с применением ингибиторов дыхания, установили, что эти растения отличаются довольно устойчивым типом дыхания, идущим с участием металлосодержащих ферментов, которое преобладает над флавопротеиновым дыханием. В цветках этих растений также преобладает дыхание за счет металлосодержащих ферментов. Доля участия медь- и железосодержащих ферментов составляла 80—86% по отношению к общему дыханию; флавопротеиновая часть дыхания была относительно небольшой и составляла 14—20% общего дыхания. И только при сильных тормозящих дозах стимуляторов резко повышалась активность флавопротеиновых ферментов и дыхание усиливалось за счет флавопротеинового типа, которое составляло 36—46% общего; при этом содержание рибофлавина и органического фосфора уменьшалось (табл. 104). В плодах повышалось содержание фосфорных соединений за счет белково-липоидного фосфора.

Таблица 104

Типы дыхания цветков томатов (в % от общего дыхания по отдельным определениям)

Варианты опыта	Дыхание за счет ферментов, содержащих			Флавопротеиновое дыхание
	медь	железо	медь + железо	
Контроль . . . . .	35; 34; 51	46; 62; 33	80; 86; 84	20; 14; 16
Обработка 2,4Д дозой 10 мг . . . . .	49; 38; 50	24; 44; 34	73; 82; 84	24; 18; 16
Обработка 2,4Д дозой 200 мг . . . . .	41; 28	23; 26	64; 54	36; 46

А. Т. Марх, А. Л. Фельдман, Е. Г. Кротов (1956) обнаружили, что в плодах томатов по мере их созревания дыхательный газообмен снижается и уменьшается доля дыхания, катализируемого металлосодержащими ферментами, а остаточ-

ное ((флавопротеиновое) дыхание усиливается. При этом на долю полифенолоксидазы в общем дыхании приходится 50% кислорода, поглощенного всеми окислительными системами. По данным Кидсона (Kidson, 1959), активность полифенолоксидазы во всех органах томата по мере созревания плодов снижается. Аналогичные результаты получены и Мельвиным (Melvin, 1955). У Минь-ань и Беррел (Wu Mingan, Burrell, 1958) обнаружили у томатов даже специальные флавоновые пигменты.

В ряде исследований отводится большая роль фосфорилированию в процессах созревания плодов. Так, по данным Маркса, Бернлор и др. (Marks, Bernlohr, Varner, 1957), изучавших процесс фосфорилирования в плодах томата с применением меченого фосфора, процесс этерификации достигает наибольших размеров в зеленых плодах, закончивших рост, а затем резко снижается. Эти авторы указывают, что в созревающих плодах томатов окислительное фосфорилирование играет значительную роль. Спенсер (Spencer, 1959) инфильтрировал в плоды томата динитрофенол, что приводило к усилению выделения  $CO_2$  и задержке созревания плодов; автор объясняет это ослаблением окислительного фосфорилирования.

А. Л. Курсанов и Б. Б. Вартапетян (1956) установили, что зеленые плоды томата, несмотря на то что содержат хлорофилла относительно немного (в 350—400 раз меньше, чем листья), отличаются заметной фотосинтетической способностью (4—5% к фотосинтезу листьев).

Основное значение хлорофилла в плодах этих растений, по мнению авторов, состоит в удалении избытка углекислоты и в продуцировании кислорода, обеспечивающего необходимые условия для аэробного обмена в плодах — этих трудных органах для газообмена, обогащенных углекислотой, с развитыми анаэробными процессами. Гартман (Hartmann, 1960) также сообщил, что в процессе созревания плодов газообмен снижается (по количеству поглощенного кислорода и выделенной  $CO_2$ ). По данным Ареф Абдула-Баки (Aref Abdul-Baki, 1965), в процессе созревания плодов томата дыхание в них снижается, что лимитируется содержанием АТФ.

Таким образом, по мере созревания плода сменяется система дыхания и снижается его активность.

У томатов в период созревания плодов активность инвертазы и амилазы в листьях возрастает, что связано с синтезом полисахаридов на месте и оттоком сахаров в плоды (Шифрина, 1960). Созревание самих плодов связано с падением активности каталазы и пероксидазы и активированием ферментов анаэробного обмена — карбоксилаз (Ракитин, 1940).

Плоды томатов богаты органическими кислотами.

Р. Я. Школьник (1956) установила, что в период *цветение* — *образование завязей* лимонной и яблочной кислот в нижних ярусах листьев томатов содержалось в 2—3 раза больше, чем в верхних (табл. 105). К концу вегетации содержание этих кислот в растениях резко снижалось (табл. 106).

Указанные изменения в конце вегетации, возможно, связаны с передвижением кислот в плоды и с последующим син-

Таблица 105

Содержание лимонной и яблочной кислот в разных ярусах листьев томатов сорта «Золотая королева» (сбор материала 3/VIII 1963 г.)

Ярус листьев	Содержание лимонной и яблочной кислот, % на сухое вещество			Отношение кислоты лимонной к яблочной
	лимонная	яблочная	сумма лимонной и яблочной кислот	
Верхний . . . . .	1,92	1,00	2,92	1,94
Средний . . . . .	3,70	1,40	5,10	2,64
Нижний . . . . .	5,80	2,40	8,20	2,41

Таблица 106

Изменение содержания органических кислот в листьях томатов среднего яруса

Сорт	Срок взятия проб	Содержание лимонной и яблочной кислот, % на сухое вещество листьев			Отношение кислоты лимонной к яблочной
		лимонная	яблочная	сумма лимонной и яблочной кислот	
Краснознаменный	3/VIII (цветение)	3,92	1,30	5,22	3,01
	31/VIII	1,89	1,30	3,19	1,45
	20/IX (созревание)	1,55	0,64	2,19	2,40
Желтый персик	3/VIII	2,84	1,30	4,14	2,19
	31/VIII	1,04	1,30	2,34	0,80
	20/IX	1,16	0,50	1,66	2,32
Золотая королева	3/VIII	3,60	1,70	5,30	2,12
	31/VIII	3,23	1,40	4,63	2,31
	20/IX	3,12	1,20	4,32	2,60
Грунтовый скороспелый	3/VIII	4,10	1,60	5,70	2,56
	31/VIII	2,71	1,50	4,21	1,80
	20/IX	1,70	0,74	2,44	2,20

тезом сахаров. Зрелые плоды содержат, главным образом, яблочную и лимонную кислоты. По данным Моиза (Moise, 1954), яблочная кислота может служить источником углекислоты для фотосинтеза в трудных условиях (в темноте и др.).

Было также установлено, что в южных районах (Курск) при более высоких температурах интенсивность накопления органических кислот ниже, чем в северных (Архангельск, Москва). Однако отношение лимонной и яблочной кислот в пределах сорта довольно постоянно: у сорта Бизон оно около 2,1 (табл. 107), а у сорта Маяк около 4,3%. По мнению автора, это может быть специфичным свойством для каждого сорта.

Таблица 107

Содержание лимонной и яблочной кислот в листьях томатов сорта Бизон, выращенных в разных районах (1953 г.)

Место произрастания	Время сбора листьев	Содержание лимонной и яблочной кислот, % на сухое вещество листьев			Отношение кислот лимонной к яблочной
		лимонная	яблочная	сумма лимонной и яблочной кислот	
Архангельская область . . .	28/VIII	4,73	2,70	7,43	1,73
Московская область . . .	12/VIII	5,94	2,65	8,59	2,12
Курская область . . .	11/VIII	2,99	1,40	4,39	2,13

Изучение превращения органических кислот показало интересные закономерности. Например, Бухлер и др. (Buhler, Hausen, 1957) при помощи меченого углерода обнаружили в плодах томатов превращение уксусной кислоты в лимонную и яблочную. Аналогичные пути биосинтеза этих кислот в плодах томата отмечают Дойль и Чин (Doyle, Chin, 1960). В. А. Чесноков и Г. Х. Жабстинский (1960) показали, что в темноте содержание лимонной кислоты в листьях возрастает, а яблочной — убывает; на свету обнаруживаются обратные изменения. По мнению авторов, это указывает на связь биосинтеза яблочной кислоты с фотосинтезом и обратимость превращения этих кислот.

Андреотти и Цеси (Andreotti, Ceci, 1955), изучавшие углеводный обмен у томатов, обнаружили, что в листьях растений в период *цветение — образование завязей* содержалось большое количество восстанавливающих сахаров, а в период созревания плодов накопление их снижалось. Содержание сахаров в плодах томатов повышалось по мере их созревания, главным образом за счет глюкозы и фруктозы, отчасти глюкоуроновой кислоты, пентоксилозы и арабинозы.

Дойль и Ванг (Doyle, Wang, 1958) обнаружили значительное каталитическое и окислительное превращение глюкозы в плодах перца. Эти авторы показали, что в тканях перца 28—30% глюкозы превращается путем прямого окисления, а остальные сахара — по циклу Кребса.

По данным В. В. Некрасова и Н. А. Бывших (1953), в период созревания плодов листья томатов содержат наибольшее количество сахаров и меньше белков. Штамбовые сорта томатов содержат этих веществ меньше, чем нештамбовые. Облучение семян и растений дозами 5000—25000 р повысило фотосинтез и содержание сахаров в почвах и цветках (Таги-заде, 1960).

Изучая обмен азотистых веществ томатов, Уэст (West, 1959) показал, что наибольшее количество триптофана содержится в листьях томатов, а затем в зрелых плодах и семенах. Ди (Die, 1958, 1959) обнаружил в пасоке кислемы стебля томатов много амидов и до 15 аминокислот; аланин и питуллин отсутствуют, из органических кислот найдены пировиноградная и глутаровая кислоты.

По данным Д. А. Шугова и Н. В. Беляева (1956), в стеблях томатов содержание азота в течение вегетации снижается быстрее, чем в листьях. Авторы считают, что стебель томатов несет функции запасающего органа, в котором происходит интенсивный синтез амидов и глутаминовой кислоты за счет сахаров; амидам принадлежит важная роль в обмене томатного растения. Х. Б. Шифрина (1960), М. М. Кручинина и З. Р. Файнштейн (1962) отмечают, что в процессе формирования плодов томата и перца наблюдается обратная корреляция в накоплении сахаров и азота (рис. 31). Вероятно, это является общей закономерностью в соотношении углеводов и азотистых веществ в семенах и плодах различных культур.

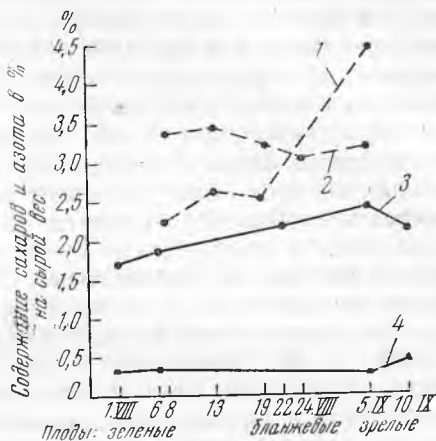


Рис. 31. Динамика накопления сахаров (1,3) и азота (2,4) в плодах перца (1,2) и томата (3,4)

### НАКОПЛЕНИЕ В ПЛОДАХ ВИТАМИНА С И САХАРОВ

Содержание сахаров в плодах томатов и перца в период от завершения роста запасных органов до их созревания из-

меняется слабо, хотя несколько повышается, а содержание витамина С значительно возрастает, особенно у перца. В растениях почти всех овощных культур синтезируется очень большое количество аскорбиновой кислоты (витамина С), чем определяется их питательная ценность. Накопление и синтез аскорбиновой кислоты идет лучше там, где сильнее выражены ростовые синтетические процессы, которые ведут к повышенному дыханию растений (Курц, 1953). Как установлено в последние годы, аскорбиновая кислота и глутамин играют важную роль в защите растений от ионизирующей радиации (Власюк и др., 1964), поэтому накопление указанных соединений в растении, а также употребление их в пищу человеком и животными важно и с этой стороны.

Исследованиями А. Н. Шивриной (1957) был подмечен параллелизм между накоплением сахаров и витамина С в плодах томатов. Как указывает В. Л. Кретович (1961), биосинтез аскорбиновой кислоты осуществляется в процессе окисления и превращения осмолых предшественников гексоз (*d*-глюкозы и *d*-галактозы). Синтез аскорбиновой кислоты на заводах также производится из глюкозы.

Исследованиями Б. А. Рубина (1940), Е. И. Петроченко (1949), Е. М. Поповской (1950), В. В. Арасимович (1951) было установлено, что аскорбиновая кислота у томатов синтезируется в листьях из сахаров и отсюда передвигается в плоды, где она накапливается. Передвижение ее не зависит от изменения температуры среды (Казарян, 1961). Показано, что сахара, меченные по углероду, превращаются в аскорбиновую кислоту. Поэтому в листьях (в отличие от плодов) эти два соединения находятся в обратной зависимости.

Аналогичные результаты получены в работах А. С. Кружилина, З. М. Шведской, В. Ф. Белика, М. А. Эрвальд (1950,

Таблица 108

**Содержание разных форм аскорбиновой кислоты в листьях томатов**

Сорта и фазы роста.	Ярус	Восстановл. форма, мг %	Окисленная форма, мг %	Общее содержание, мг %	В % от общего содержания	
					восстановл. форма	окисленная форма
Сорт Грунтовый . . . . .	1-й	24,4	17,1	41,5	58	42
	2-й	33,8	15,2	49,7	78	22
	3-й	41,3	11,9	53,2	78	22
	5-й	55,0	14,8	69,8	80	20
	Цветение 1-й кисти	8-й	49,0	27,4	67,7	64
Грибовский . . . . .	9-й	—	—	85,6	—	—
	10-й	—	—	39,2	—	—
Цветение 2-й кисти	1-й	36,7	10,8	47,5	77	33
	2-й	36,9	9,3	46,2	79	21
	3-й	69,8	8,1	77,9	89	11
Цветение 3-й кисти						
Сорт Буденовка . . . . .						

1953, 1954; 1957). Например, наблюдения над томатами (Кружилин, Шведская, 1950) показали, что по мере роста растений и отдельных его листьев содержание аскорбиновой кислоты в листьях повышается. Исследования восстановленной и окисленной форм аскорбиновой кислоты (Кружилин, Шведская, 1957) также подтвердили этот вывод (табл. 108).

Содержание форм аскорбиновой кислоты в отдельных ярусах листьев изменяется следующим образом: до начала бутонизации содержание восстановленной формы увеличивается, а окисленной формы снижается и наоборот (см. рис. 20). С началом образования завязи и роста первых плодов общее содержание аскорбиновой кислоты и ее восстановленной формы снижаются; одновременно наблюдается накопление аскорбиновой кислоты в плодах, что указывает на отток ее сюда из листьев. Разные сорта томатов различаются по синтезу и накоплению аскорбиновой кислоты в листьях, поэтому отбор на этот признак нужно вести не только по плодам, но и по листьям.

Сравнительное изучение содержания восстановленной формы аскорбиновой кислоты в листьях различных пасленовых культур показало, что оно изменяется в онтогенезе растений и по отдельным ярусам листьев (табл. 109).

Таблица 109

Содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты (мг %) в листьях различных пасленовых культур

Ярус листа	Томаты сорта Грунтовый Грибовский	Перцы сорта Ранний Круглый	Баклажаны сорта Карликовый ранний
1-й . . . . .	24,4	40,0	27,8
2-й . . . . .	33,8	48,8	27,8
3-й . . . . .	41,0	45,1	37,0
4-й . . . . .	—	48,6	38,3
5-й . . . . .	55,0	72,8	43,8
6-й . . . . .	—	72,8	38,5
7-й (бутонизация)	—	80,6	22,0
8-й . . . . .	49,3	128,3	14,0
9-й (цветение) . .	—	101,4	—
10-й . . . . .	—	80,2	—

Как видно из табл. 109, у томата и перца содержание аскорбиновой кислоты возрастает от нижних листьев к верхним, к 8—10-му, находящимся около бутона (цветка), а у баклажана — к 5-му листу, а затем снижается. Естественно, что все эти растения по содержанию аскорбиновой кислоты различаются между собой вследствие их систематической отдаленности: на первом месте стоит перец, на последнем — баклажан.

Аскорбиновая кислота играет активную роль в окислительных процессах. Д. П. Викторов (1955) и другие авторы показали, что зеленые плоды томатов с возрастом приобретают свойства к самостоятельному биосинтезу этой кислоты. У старых растений синтез аскорбиновой кислоты в листьях ослабевает, отток ее в зрелые плоды резко падает. По данным Е. Г. Кротова (1955), в плодах томатов по мере их роста и созревания увеличивается содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты и снижается до 4—9% содержание окисленной ее формы; в листьях в это время наблюдаются обратные соотношения, что подтверждает наши выводы.

По данным Фразера с сотрудниками (Frazier, Ascham, Cardwell, Fryer, Willis, 1954), наибольшее содержание аскорбиновой кислоты у томатов наблюдается в плодах 4—6-й кисти. Л. В. Милованова (1961) на перцах показала, что в листьях в период цветения наблюдается наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты, а затем оно резко снижается, в то время как в плодах возрастает. При этом более высокое содержание сахара и витамина С в плодах перца наблюдается во влажных и менее жарких зонах (Кубань в сравнении со Средней Азией). По данным М. А. Эрвальд (1955), в условиях Рязани, несмотря на недостаток тепла для роста, перцы накапливают в плодах много витамина С. Аналогичные данные получили М. М. Кручинина и З. Р. Файнштейн (1962).

В листьях перца аскорбиновой кислоты содержится в несколько раз меньше, чем в плодах. Возможно, это связано со слабым темпом передвижения ее из листьев, а также с биосинтезом непосредственно в плодах. У томата, и особенно у баклажанов и физалиса, в листьях аскорбиновой кислоты содержится в несколько раз больше, чем в плодах, что указывает на большие потенции листьев и может служить резервом повышения содержания витамина С в плодах.

Была сделана попытка использовать эти свойства перцев и других растений, синтезирующих много аскорбиновой кислоты, для обогащения ими других растений. С этой целью томаты прививались на перец или баклажан на томаты. Однако лишь при повторных прививках удалось несколько повысить содержание аскорбиновой кислоты в листьях привоев; содержание витамина С в плодах семенных поколений, полученных после прививки, изменялось мало (Кружилин, Белик, 1953, Кружилин, 1960). По-видимому, это обусловлено довольно большой устойчивостью указанного признака, а также резким различием химического состава клеток перца и томата, как растений отдаленных видов. Однако и в случае растений близкого химического состава, например томатов и баклажанов, не было получено желаемого результата.

В листьях перца и баклажана наблюдается обратная за-



Содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в листьях и плодах пасленовых растений

Культура	Листья				Плоды	
	фаза цветения		фаза плодоношения		зрелые плоды	
	сахароза	сумма сахаров	сахароза	сумма сахаров	сахароза	сумма сахаров
<i>Сахароза, % на сухой вес</i>						
Томат . . . . .	1,06	3,42	0,26	2,46	0,45	3,74
Перец . . . . .	1,96	4,66	1,34	4,32	0,74	5,44
Физалис . . . . .	0,87	3,47	0,95	2,49	5,37	6,96
Баклажан . . . . .	1,69	3,23	—	—	0,50	3,10
<i>Аскорбиновая кислота, мг %</i>						
Томат . . . . .	—	48,8	—	18,9	—	33,5
Перец . . . . .	—	78,3	—	40,5	—	195,0
Физалис . . . . .	—	33,2	—	27,6	—	8,1
Баклажан . . . . .	—	37,0	—	—	—	3,4

висимость между содержанием аскорбиновой кислоты и активностью аскорбиноксидазы. В плодах и листьях перца глутатиона содержится больше, чем у томата и баклажана (Epachescu, 1962).

Наши наблюдения показали, что биосинтез аскорбиновой кислоты в листьях и накопление ее в плодах томатов находится в прямой связи с содержанием сахарозы в листьях: чем больше синтезируется сахарозы в листьях, тем больше накапливается аскорбиновой кислоты в плодах (табл. 110).

У томатов и перцев содержание сахаров и витамина С в листьях к периоду плодоношения снижается, что связано, очевидно, с процессами синтеза и оттоком большого количества аскорбиновой кислоты в плоды. У физалиса и баклажана такого явления не наблюдается; эти растения содержат аскорбиновой кислоты в плодах очень мало.

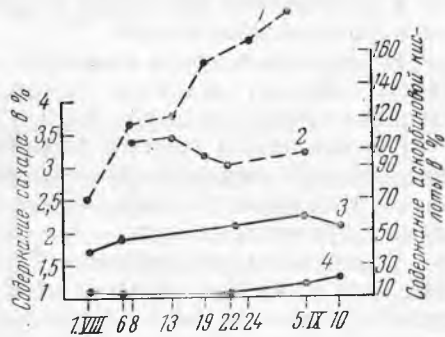


Рис. 32. Динамика содержания сахаров (2, 3) и аскорбиновой кислоты (1, 4) в плодах перца (1, 2) и томата (3, 4). Состояние плодов томатов (1/VIII и 6/VIII — зеленые, 22/VIII — бланжевые, 10/IX — зрелые). Состояние плодов перцев (1/VIII, 8/VIII и 13/VIII — зеленые, 19/VIII и 24/VIII — бланжевые, 5/IX — зрелые)

В зеленых плодах томата и перца содержание сахаров и витамина С незначительное (6—10 мг%), в период бланжевой спелости оно быстро возрастает (особенно у перца), достигая своего максимума в зрелых плодах (рис. 32). На это указывают А. Ф. Самойлов (1942), С. А. Сазанова (1946), Д. П. Викторов (1955), М. М. Кручинина и З. Р. Файнштейн (1962). При перезревании и подвядании плодов содержание сахаров и витамина С значительно снижается, что следует учитывать в случае длительного хранения зрелых плодов томатов, перца и других культур в овощехранилищах и на консервных заводах.

### НАКОПЛЕНИЕ ПИГМЕНТОВ

В плодах пасленовых растений накапливается много провитамина А — каротиноидов, а также пигментов и алкалоидов. По данным Портера и Линкольна (Porter, Lincoln, 1950), каротин синтезируется из сахаров. Как указывает В. В. Араимович, А. Н. Шиврина, Н. А. Васильева (1961), биосинтез каротина в плодах томата происходит из более насыщенных предшественников через промежуточные полиены до ликопина, который изомеризуется в  $\alpha$ -каротины. В листьях этот процесс идет иначе. По данным А. А. Красновского (1960), каротин в коллоидном состоянии не активен в фотовосстановлении и фотосенсибилизации.

В красных томатах каротина содержится больше, чем в желтых. На свету в плодах томатов усиливается образование ликопина (Hall, Dennison, Nettles, 1959).

Зрелые плоды томатов накапливают до 6—8 мг% ликопина, 0,5—1,0 мг% каротина (провитамина А) и др. Содержание этих веществ также изменяется в процессе формирования и хранения плодов.

Чорноки с сотрудниками (Chornoky et al., 1958) указывают, что у желтоплодных сортов перца нет пигментов капсаицина, консорубина и криптоксантина, в то время как в красных плодах их много. При созревании плодов перца содержание алкалоида капсаицина у разных сортов резко различается — от 7,5 до 29,4 мг% (Samy и др., 1960); количество капсаицина по мере созревания плодов снижается.

А. С. Вечер (1961) установил особенности химического состава органов красного стручкового перца. Автор приводит следующие данные химического состава пластид перца (табл. 111).

В хромопластах содержится наибольшее количество каротина, что связано с участием его в процессах фотосинтеза. В них много липоидов, фосфора и азота протеинов.

По данным Бодэ (Bodea, 1960), у физалиса в чашелистиках по мере их формирования возрастает количество каротиноидов с  $\alpha$ - и  $\beta$ -структурой (каротин, физоксантин и др.).

Химический состав пластид в плодах перца

Вода, %	Сухое веще- ство, %	Азот, % на сухой вес		Протеин х 6, 25, %	Липоиды, % на сухой вес	Зола, % на сухой вес	Фосфор общий, мг/г
		липо- идов	проте- инов				
61,7	38,3	1,2	4,7	33,7	51,1	9,4	4,04

Острые перцы содержат сахаров и витамина С больше, чем даже лимоны. В красных плодах перца содержится до 23% каротина (Милованова, 1961).

Плоды перца, кроме того, содержат большое количество алкалоида капсаицина, играющего важную роль в формировании вкусовых и других свойств этих растений. В Венгрии Бенедек (Benedek, 1959) выведены сорта перца, отличающиеся хорошим вкусом, так как содержат капсаицина в 10 раз меньше, а лекарственные сорта содержат его в 3 раза больше, чем обычные.

#### ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ПЛОДОВ В ПРОЦЕССЕ ИХ РОСТА

Сумма всех полезных веществ обычно выражается процентом сухих веществ в плодах (главным образом сахаров и органических кислот), которые также изменяются с возрастом плодов.

Состав плодов изменяется под влиянием экологических условий (географическая изменчивость) в зависимости от приемов агротехники, особенностей сорта и пр. Каротина в плодах накапливается в жарких зонах возделывания больше, чем в зонах с более умеренным климатом (Милованова, 1961).

З. Д. Артюгиной (1958, 1961) в Майкопе удалось повысить в плодах перца содержание аскорбиновой кислоты и сахаров не только при удобрении. Например, короткий день (12 час) и пониженные температуры в период формирования плодов благоприятствуют этому. Посев семян в грунт, задерживающий сроки вегетации растений, ослабляет накопление различных соединений в плодах.

В южных районах возделывания пасленовых в плодах одного и того же сорта накапливается сухих веществ и сахаров больше, а витамина С меньше, чем в условиях северных районов (Боженко, 1955; Бонтович, 1953). Горечь плодов баклажанов обуславливается накоплением в них аглюкона в виде хлоргидрата (Wall, Needheing, Perold, 1960). Об изменении содержания антоцианов у баклажанов

имеются данные в работе Юкиниде и др. (Yukinide, Goton, 1959).

В. В. Арасимович, А. Н. Шиврина и Н. А. Васильева (1961) приводят сводные данные о влиянии орошения в различных зонах возделывания на химический состав плодов томатов и перцев (табл. 112).

Т а б л и ц а 112

**Влияние орошения на качество плодов томатов и перцев**

Вариант орошения	Сухие вещества, % на сухой вес	Сумма сахаров, % на сухой вес	Кислотность по яблочной кислоте, % на сырой вес	Аскорбиновая кислота, мг%
<i>Томаты</i>				
Без полива . . . . .	8,23	4,05	0,60	21,7
Нормальный полив . . . . .	6,98	3,25	0,45	17,0
Избыточный полив (6 поливов) . .	5,95	3,40	0,47	13,5
<i>Перцы (физиологическая зрелость)</i>				
Нормальный полив . . . . .	10,1	(3,08)* 5,60	0,18	49,6
Избыточный полив . . . . .	9,2	(4,49)* 5,90	0,27	216,0

\* Фруктоза.

Как видно из приведенных данных, содержание сухих веществ, сахаров, кислот и аскорбиновой кислоты при избыточном увлажнении снижается. В семенах томатов содержание углеводов при орошении также снижается, а содержание масла и белка возрастает. Непрерывный полив дождеванием в течение 30 мин обусловил вымывание из листьев до 10% радиоактивного фосфора. Л. В. Милованова (1961) указывает, что в плодах перцев при оптимальном увеличении поливов в условиях Средней Азии содержание фруктозы (основного сахара у перцев) и аскорбиновой кислоты значительно возрастает, а процент сухого вещества несколько снижается. На засоленных почвах содержание аскорбиновой кислоты и сахаров в плодах перца снижается.

**БИОХИМИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПЛОДАХ ПРИ ХРАНЕНИИ**

Хранение плодов пасленовых культур обычно кратковременное, так как они быстро портятся. Поэтому очень важно знать биохимические изменения, чтобы уменьшить потери ценных питательных веществ хранящихся плодов.

Б. А. Рубин (1940, 1945), Б. А. Рубин и Л. В. Метлицкий

(1955), указывают, что мясистые ткани перикарпия плодов, например томатов, плохо хранятся потому, что в них очень активно протекают гидролитические процессы, ведущие к быстрому распаду различных соединений. Дыхание низкое, так как в клетках тканей слабая аэрация. Поэтому зрелые плоды томатов рекомендуется хранить при 0° и влажности воздуха 90—95%. Эти авторы получили следующие данные об изменении содержания сахаров и органических кислот при хранении плодов томатов в течение 50 дней (табл. 113).

Таблица 113

Изменение химического состава плодов томатов при хранении (хранение при 0°)

Показатели	Исходное состояние	Через 30 суток	Через 50 суток
Растворимые сахара, % на сырой вес . . . . .	1,69	1,70	1,47
Кислотность, % на сырой вес	0,35	0,51	0,57

Содержание сахаров снижалось и соответственно повысилась активность инвертазы, а содержание органических кислот увеличилось, что ухудшило вкусовые качества плодов. По данным этих авторов, наиболее резкое снижение сахаров наблюдалось у томатов сорта Бизон (с 1,5 до 1,12%) и Буденовка (с 1,59 до 1,21%), однако лежкость и устойчивость к болезням плодов этих сортов оказалась высокой, что связано с активностью окислительных ферментов.

Свежие плоды перца и баклажана хорошо сохраняются при нормальной температуре, однако в этих условиях вследствие повышенного дыхания плодов происходят большие потери сухого вещества. Поэтому плоды указанных культур также целесообразно хранить при пониженных температурах.

При подвядании сочных органов, т. е. потере ими части воды, содержание отдельных важных соединений (сахаров, кислот, витаминов и пр.) не только снижается в своем количестве, но часть их переходит в другие соединения. Аналогичные изменения происходят при подмораживании сочных органов. С повышением температуры в хранилище усиливается дыхание сочных органов, когда расходуется много питательных веществ. При поражении растений различными болезнями также теряется часть запасных питательных веществ.

Х. С. Даскалов (1955), Х. С. Даскалов и Н. Б. Колев (1958) приводят данные о том, что при хранении свежих плодов перца в течение 2—3 месяцев в условиях пониженной температуры содержание витамина С в них почти не изменяется. Содержание яблочной и лимонной кислот в плодах

перца находится примерно в равных соотношениях (около 0,12—0,40%) и при хранении количество их не снижается.

Исследованиями Бенедека (Benedek, 1959) установлено, что незрелые плоды перца содержат сахаров больше, а пигмента и провитамина А меньше, чем зрелые плоды. В процессе дозревания плодов содержание пигмента значительно увеличивается, у сладкого перца — на 65%, у острого — на 120%, при одновременном снижении в них количества сахаров на 25—32%.

А. Т. Марх, А. Л. Фельдман и Е. Г. Кротов (1956) наблюдали изменение содержания отдельных витаминов в консервах томатов при различных условиях хранения (табл. 114).

Таблица 114  
Потери витаминов в консервах томатов (в %)

Продукт	Хранение 9 мес.	Аскорбиновая кислота				Каротин (хранение 9 мес.)		
		18—20°		30°		—2°	18—20°	37°
		4 мес.	9 мес.	4 мес.	9 мес.			
Томатный сок . . .	8,8	10,8	12,9	25,8	45,0	—	—	—
Томат-пюре . . .	10,1	11,8	15,8	39,7	70,6	—	—	—
Томат-паста 27% . .	11,6	15,8	29,5	52,1	74,1	—	—	—
Томат-паста 37% . .	14,6	30,1	51,9	68,1	79,7	—	—	—
Томат-консервы . . .	—	—	—	—	—	5,6	9,5	16,8

Как видно из приведенных данных, наилучшим условием длительного хранения (9 мес.) является режим низких температур (—2°); при 18—20° хранить лучше короткий срок (4 мес.). При высоких температурах (30—37°) происходят быстрые и значительные потери аскорбиновой кислоты и каротина.

Плоды перца иногда консервируют и путем высушивания их в разных условиях. По данным Е. А. Сенюшкина (1947), после солнечной сушки содержание аскорбиновой кислоты в плодах сладкого перца различных сортов слабо изменяется. Наиболее широко применяется сушка горького перца. При этом предпочтительнее теневая сушка, так как в результате содержание сухого вещества снижается, а сахара увеличивается вследствие происходящего в процессе сушки гидролиза сложных углеводов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Авакян А. А. Яровизация, 1936, 2—3. Авакян А. Г. ДАН АрмССР, 1955, 21, 5. Аветисян А. Д. Сб. научн. труд. Ин-та земледелия МСХ АрмССР, 1961, 2. Авунджян Э. С. ДАН АрмССР, 1961, 33, 2. Александров С. В., Волков В. Я., Пестова Л. А. Тр. по

прикл. бот., ген. и сел., 1954, 31, 1. Алиев Д. А. ДАН АзССР, 1961, 17, 8; «Правда» от 1/III 1963 г. Алисов М. С. Сад и огород, 1950, 11. Алпатъев А. В. Скороспелые холодостойкие томаты. М., «Московский большевик», 1944; Агробиол., 1955а, 4; Помидоры. М., «Московский рабочий», 1955б. Алпатъев А. В., Юрьева Н. А. Агробиол., 1960, 6. Алпатъев А. М. Влагооборот культурных растений. М., Гидрометиздат, 1954; Сб. «Биологические основы орошаемого земледелия». М., Изд-во АН СССР, 1966. Алпатъев С. М. Орошение сельскохозяйственных культур. Киев, 1950. Альтергот В. Ф. Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1961, 6; Сб. «Клетка и температура среды». М., «Наука», 1964. Андреева Т. Ф. Автореф. докт. дисс. М., 1965. Андросова М. П. Докл. ВАСХНИЛ, 1941, 1. Айзенштат Я. С. Журн. общ. биол., 1954, 1. Арасимович В. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1951, 29, 2. Арасимович В. В., Шиврина А. Н., Васильева Н. А. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозиздат, 1961. Арланд А. Физиол. раст., 1960, 7, 2. Артюгина З. Д. Вестник с.-х. науки, 1958, 8; Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1961, 32, 1. Атабекян Е. А. ДАН АрмССР, 1953, 17, 2. Бабаджанян Г. А. Оплодотворение и жизнеспособность растений. М., Изд-во АН СССР, 1952. Бабушкин Л. Н. Физиол. раст., 1959, 6, 2. Бабчинский Г. Ф. Сельск. х-во Сев. Кавказа, 1961, 10. Баров М. Н. Тр. Сталинградского СХИ, 1960, 11, 2; Автореф. докт. дисс. Волгоград, 1964. Батикян Г. Г., Чолохян Д. П. Изв. АН АрмССР, биол. и с.-х. науки, 1957, 10, 11. Батикян Г. Г. Сравнительное изучение вегетативных и половых гибридов. Изд-во АН АрмССР, 1951. Белик Кузнецова В. Ф. Соц. сельск. х-во Узбекистана, 1954, 1. Белик В. Ф. Физиол. раст., 1960, 7, 1. Белик В. Ф., Козинер Э. П. Сб. научной информации по овощеводству. М., «Колос», 1966. Белик В. Ф., Файнберг Ф. С., Вдовина Т. А. Сб. «Применение полимерных пленок в овощеводстве». М., «Колос», 1964. Беликов И. Ф. Физиол. раст., 1955, 4. Битюков К. К., Дорожко П. К. Орошение с.-х. культур в степных районах. М., «Колос», 1965. Благовещенский А. В. Биохимические основы эволюционного процесса у растений. М., Изд-во АН СССР, 1950. Бобырь А. Д. Автореф. канд. дисс. Киев, 1960. Богатов В. М. Автореф. канд. дисс. Л., 1956; Физиол. раст., 1958, 5, 4. Боженко И. Н. Тр. Всес. н.-и. ин-та консервной и овощесуш. промышленности, 1955, 5. Бойчук О. Б. Укр. бот. журн., 1960, 17, 5. Болотников С. И. Научн. тр. Укр. ин-та овощеводства, 1957, 4. Бонтович Л. Вестник Венгерск. с.-х. литературы, 1953, 2. Борозец А. С. Тр. Хабаровского мед. ин-та, 1957, 15. Бос-Дон С. Избранные произведения по раздражимости растений, тт. I—II. М., «Наука», 1964. Брежнев Д. Д. Агробиол., 1953, 3; Томаты. М., Изд-во «Колос», 1964; Сб. «Гетерозис растений». Изд-во МСХСССР, 1966. Бритиков Е. А. Физиол. раст., 1965, 12, 6. Брызгалов В. А. Овощеводство. Л., 1954. Брянцев Б. А., Доброзракова Т. Л. «Защита растений от вредителей и болезней», 1958. Буракова М. И. Бюлл. Глав. бот. сада, 1955, 21. Бутенко Р. Г. Культура изолированных тканей и физиология морфогенеза растений. М., «Наука», 1964. Бюнинг Э. Ритмы физиологических процессов. М., ИЛ, 1961. Варга И. Тр. Плодоовощного ин-та им. Мичурина, 1959, 10. Варенцов И. И. Консервн. и овощесуш. промышленность, 1959, 9. Вартапетян Б. Б., Курсанов А. Л. Физиол. раст., 1961, 8. Васильева М. Г., Буркина З. С. Физиол. раст., 1964, 11, 2. Ващенко С. Ф. Сб. «Применение полимерных пленок в овощеводстве». М., «Колос», 1964. Вечер А. С. Пластиды растений. Минск, 1961. Визельман А. И. Научн. труды Укр. ин-та овощеводства, 1959, 6. Викторов Д. П. Уч. зап. ЛГУ, 1955. Виноградов П. И. Тр. Объед. научн. сессии ОБН АН СССР, отд. земледелия ВАСХНИЛ, Молд. филиала АН СССР, 1. Кишинев, 1959. Вишневский С. И. Тр. Н.-и. ин-та консерв. и овощесуш. промышленности, 1955, 5. Власов Ю. И. ДАН СССР, 1956, 111, 5. Власюк П. А. Сб. «Вопросы биофизики». Киев, 1964.

Воронова А. Е. Новые способы выращивания теплолюбивых культур. Курган, 1950. Выскребенцева Э. И. Физиол. раст., 1963, 10, 2; 10, 3. Гаврилов И., Троицкий Д. С. Тр. 8-й научн. студ. конферен. Волгоград, 1958, 4. Газенбуш В. Л. Сб. «Руководство по апробации с.-х. культур» 1948, 5. Галстян А. Ш., Авакян А. Г. ДАН СССР, 1959, 126, 6. Гарин К. С. Сб. «Биол. основы орошаемого земледелия». М., Изд-во АН СССР, 1957. Генкель П. А. Солеустойчивость растений и пути направленного ее повышения. М., Изд-во АН СССР, 1954; Диагностика засухоустойчивости растений и основы ее повышения. М., Изд-во АН СССР, 1956; Физиология растений с основами микробиологии. М., Учпедгиз, 1965; Изв. АН СССР, 1966, 5. Генкель П. А., Колотова С. С. Изв. АН СССР, сер. биол., 1940, 4. Генкель П. А., Кушниренко С. В. Холодоустойчивость растений и термические способы ее повышения. М., «Наука», 1966. Генкель П. А., Сатарова Н. А., Творус Е. К. Физиол. раст., 1967, 14, 5. Глущенко И. Е. Агробиол., 1957, 1. Гойхман А. Г. Научн. труды Укр. ин-та Овощеводства, 1957, 4. Горбанева А. Научн. труды студ. Конфер. Волгоградск. СХИ, 1958, 8, 4. Горбатенко Е. М. Використання зрошуваних земель. Киев, «Урожай», 1965. Горленко М. В. Болезни растений и внешняя среда. М., 1950. Горобец А. М. Вестник ЛГУ, 1960, 121. Готспар С. С. Об увядании томатов. Изд-во МСХ, 1959. Гребинский С. О. Сб. «Биохимия растений», 8. М., Сельхозгиз, 1948. Гроздова Н. Я. ДАН АзССР, 1960, 16, 11. Громова Н. Н., Лякина И. Д. Уч. зап. Рязанск. гос. пед. ин-та, 1956, 12. Гумарова Х. Ф., Узб. бот. журн., 1959, 5. Гунар И. И. Раздражимость растений. Тезисы. Изд-во ТСХА, 1953; Тез. док. на юбил. научн. сессии ТСХА. М., Изд-во ТСХА, 1965. Гунар И. И., Каспшик М. Н., Крастина Е. Е. Изв. ТСХА, 1960, 1. Гусев Н. А. Некоторые закономерности водного режима растений. М., Изд-во АН СССР, 1959. Гутманис К. Изв. АН ЛатвССР, 1959, 11. Дадыкин В. П. Особенности поведения растений на холодных почвах. М., Изд-во АН СССР, 1952. Дадыкин В. П., Станко С. А. Изв. Восточно-Сибирск. фил. АН СССР, 1957, 1. Дарвин Ч. Собр. соч., т. 4. М., Изд-во АН СССР, 1951. Дарканбаев Т. Б. Физиол. раст., 1962, 1. Даскалов Х. С. Агробиол., 1955, 4; «Сельская жизнь» от 5 марта 1963 г. Даскалов Х. С., Колев Н. Б. Овощеводство. София, 1958. Дворников П. И. Тр. Совещ. по вирус. болезням растений. Изд. ВАСХНИЛ, М., 1941; Бюлл. XIV плен. секции защ. раст., 1946, 6; Сб. «Орошение с.-х. культур». Кишинев, 1965. Демина О. К., Погосов Э. К. Физиол. раст., 1955, 2, 5. Демусенко П. М., Зайцев А. И. Тр. НИИОХ, 1948, 1. Джинк С. Н. Нехромосомная наследственность. М., «Наука», 1966. Дикий С. П. Сад и огород, 1956, 6. Дорохотова С. И. Сб. «Светофизиология и светокультура с.-х. растений». М., 1938. Долгушин Г. Л. Тр. Омского СХИ, 1961, 43. Дорохов Б. Л. Тр. Молд. ин-та орошаемого земледелия, 1961, 3. Дробков А. А. Земледелие, 1961, 8. Дубинина И. М. Физиол. раст., 1961, 8, 4; Физиол. раст., 1965, 12, 6. Дунин М. С. Тез. докл. на юбил. научн. конферен. ТСХА. М., 1965. Егизарян А. Г. Изв. с.-х. науки АрмССР, 1962, 8. Ембурлатов Г. С. Тр. Узб. СХИ. Ташкент, 1966. Еременко А. А. Докл. ТСХА, 1958, 32; Тр. Плодоовощного ин-та им. Мичурина, 1961, 12. Ермолаева Е. А. Эксперим. ботаника, 1956, 22. Ефейкин А. К. ДАН СССР, 1940, 28, 5; 1947, 56, 6. Жилияков Н. И. Выращивание картофеля в Крыму. Симферополь, 1952. Жолкевич В. Н. Труды Ин-та физиол. раст., 1955, 9. Жолкевич В. Н., Корецкая Т. Ф. Физиол. раст., 1959, 6, 5. Журбицкий З. И. Сб. «Удобрения в овощеводстве». М., Сельхозгиз, 1935; Справочник агронома по удобрениям. М., Сельхозгиз, 1948; Сад и огород, 1949, 6; Сб. «Биохимия плодов и овощей», 3. Изд-во АН СССР, 1955; Справочник по минеральным удобрениям. М., Сельхозгиз, 1960; Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М., Изд-во АН СССР, 1963. Журбиц-



кий З. И., Штраусберг Д. В. ДАН СССР, 1954, 96, 5. Загинайло Н. Н. Сб. «Орошаемое земледелие и овощеводство». Кишинев, 1965. Загородный Г. П. Тр. Даг. СХИ, 1955, 7. Зайцев А. И. Особенности агротехники томатов при выращивании посевов в грунт в условиях средней нечерноземной полосы РСФСР. Дисс. НИИОХ, М., 1949. Зауралов О. А. Физиол. раст., 1957, 4, 6. Зауралов О. А., Кружилин А. С. ДАН СССР, 1951, 77, 4. Захарчишина В. А. Физиол. раст., 1960, 7, 11. Зубов А. А. Тр. Плодоовощного ин-та им. Мичурина, 1961, 12. Иванов С. М. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1935, 3, 6. Исарлишвили С. Я., Тармагадзе И. Р. Тр. Бот. ин-та АН ГрузССР, 1954. Казанович Я. Н. Тр. Молд. Ин-та орошаем. землед. и овощеводства, 1962, 4, 1. Казанович Я. Н., Шулак К. Д. Сб. «Орошаемое земледелие и овощеводство». Кишинев, 1965. Казанская Л. Н. Физиол. раст., 1960, 7, 2. Казарян В. О. ДАН АрмССР, 1961, 32, 22; Докл. Ереванского симпозиума по онтогенезу высших растений. Ереван, 1966. Казарян В. О., Карапетян К. А. ДАН АрмССР, 1961, 32, 3; 1965, 41, 2. Каковкина А. Тр. Даг. СХИ, 1959, 11. Калинин Ф. Л. Эмбриональное развитие растений. Киев, 1959. Кальтя А. Я. Научн. труды Укр. ин-та овощеводства, 1950, 2; Докл. Укр. акад. с.-х. наук, 1958, 6. Карталов П., Махов А. Овошарство и градинарство, 1955, 6. Катаржин М. С. Консервная промышленность, 1957, 2. Катунский В. М. ДАН СССР, 1937, 15, 8. Кахидзе Н. И., Медведева Г. А. Физиол. раст., 1956, 3, 5. Кацнельсон С. М. ДАН СССР, 1950, 72, 1; 1950а, 73, 2. Кашинин Ф. И. Сб. н.-и. работ Азово-Черном. СХИ, 17. Новочеркасск, 1959. Кашлан А. А. ДАН СССР, 1966, 169, 3. Кашманов А. А. Сб. «Морфогенез растений». Изд-во МГУ, 1961. Кахнович Л. В. ДАН БССР, 1965, 9. Квасников Б. В., Никонова Н. А. Вестник с.-х. науки, 1958, 10. Киселев Н. Н. (цит. по З. И. Журбицкому, 1935), Клешнин А. Ф. Растение и свет. М., Изд-во АН СССР, 1954. Клешнин А. Ф., Лебедева Е. В., Протасова Н. Н., Шелудько Г. П. Выращивание растений при искусственном освещении. М., Изд-во АН СССР, 1959. Ковалева Т. Д. Сельск. х-во Сев. Кавказа, 1959, 4; 1959а, 11; 1963, 6. Ковальская Е. М. Физиол. раст., 1958, 5, 5. Ковачевски И. Международный с.-х. журнал, 1959, 5. Кокин А. Я. Исследование большого растения. Петрозаводск, 1948. Колев Н., Шаренкова Х. Р. Физиол. раст., 1962, 9, 1. Конарев В. Г. Нуклеиновые кислоты и морфогенез растений. М., Изд-во АН СССР, 1959. Коновалов И. Н. Сб. «Аклиматизация растений». М., Изд-во АН СССР, 1957; Труды БИН АН СССР, 1958, 4, 12. Кононов П. Ф. Докл. ВАСХНИЛ, 1959, 10. Коровин А. И. Температура почвы и растение на севере. Петрозаводск, 1961. Корачевский И. К. Сб. «Вирусные болезни растений в Крыму и на Украине». Симферополь, 1934. Кравцов П. В. Тр. ЦГЛ им. Мичурина, 1962, 8. Красновский А. А. Биохим., 1960, 25, 2. Красочкин В. Т., Далакян Г. Б. Овощеводство в ГДР. Изд. МСХ, 1956. Кренке Н. П. Теория циклического старения и омоложения растений. М., Сельхозгиз, 1940. Кретович В. Л. Основы биохимии растений. М., «Высшая школа», 1964. Крицман М. Г. Микробиол., 1952, 4. Кротов Е. Г. Тр. Одесск. техн. ин-та, 1955, 6. Кружилин А. С. Яровизация, 1938, 3; Соц. зерновое х-во, 1939, 6; Докл. совещ. по физиол. раст. М., Изд-во АН СССР, 1940; Соц. зерновое х-во, 1941, 1; Физиология орошаемых полевых культур. М., Сельхозгиз, 1944; ДАН СССР, 1948, 61, 5; Сб. «Защита овощных культур от вредителей и болезней. М., Сельхозгиз, 1953; Биологические особенности орошаемых культур. М., Сельхозгиз, 1954; Взаимовлияние привоя и подвоя растений. М., Изд-во АН СССР, 1960; Кукуруза, 1964, 4. Кружилин А. С., Белик В. Ф. Агробиол., 1953, 8. Кружилин А. С., Зауралов О. А., Михалев А. Я. ДАН СССР, 1951, 77, 8. Кружилин А. С., Михалев А. Я. ДАН СССР, 1950, 73, 5. Кружилин А. С., Назиров Н. Н. Физиол. раст., 1956, 3, 3. Кру-

жилин А. С., Шведская З. М. *Агробиол.*, 1950, 5; *Журн. общ. биол.*, 1956, 17, 6; *ДАН СССР*, 1957, 116, 5; *Бот. журн.*, 1961, 7; Сб. «Биологические основы повышения качества семян». М., Изд-во АН СССР, 1964; *Физиол. раст.*, 1966, 13, 1; *Биология двулетних растений*. М., «Наука», 1966а. Кружилин А. С., Эрвальд М. А. *ДАН СССР*, 1954, 95, 6. Кручинина М. М., Файнштейн З. Р. *Тр. Молд. ин-та орошаемого земледелия*, 1962, 4, 1. Крыжановский Ф. Д. *Бюлл. Глав. бот. сада АН СССР*, 1955, 23; 1957, 27. Кудрев Н. *Докл. Болгарской АН*, 1959, 12, 4. Кудрявцев В. А. *ДАН СССР*, 1955, 102, 5; Сб. «Физиологические основы повышения продуктивности растений». Киев, 1959. Кулаева О. Н. Тезисы сб. совещ. по минеральному питанию растений. М., Изд-во АН СССР, 1961 (1964); *Физиол. раст.*, 1962, 9, 1. Куликова М. Ф. Сб. «Биол. основы орошаемого землед.» М., Изд-во АН СССР, 1957; *Полив овощных растений*. М., «Колос», 1964. Куперман Ф. М. *Морфогенез растений*. Изд-во МГУ, 1961. Купревич В. Ф. *К физиологии больного растения*. М., Изд-во АН СССР, 1934; *Физиология больного растения*. М., Изд-во АН СССР, 1948. Курсанов А. Л. *Взаимосвязь физиологических процессов в растении*. М., Изд-во АН СССР, 1960. Курсанов А. Л., Вартапетян Б. Б. *Физиол. раст.*, 1956, 3, 3. Курц Ф. А. *ДАН СССР*, 1950, 72, 1; *Биохимия*, 1953, 18, 3. Куц В. А. *Сельск. х-во Сев. Кавказа*, 1962, 9. Кучеренко Л. О. Сб. «Використання орошуваних земель». Киев, «Урожай», 1965. Кушниренко С. В. *Физиол. раст.*, 1958, 5, 3. Лебедев Г. В., Аскошнская Н. А. *Физиол. раст.*, 1965, 12. Левитин А. Н. *Тр. Укр. ин-та овощ.* 1950, 2. Лейсле Н. *ДАН СССР*, 1957, 115, 3. Леман В. М. *Выращивание овощных растений под люминесцентными лампами*. М., Сельхозгиз, 1955; *Курс светокультуры растений*. М., Сельхозгиз, 1961; «Сельская жизнь» от 16 января 1965 г. Лилоян Н. Н. *Безрассадная культура овощей*. Краснодар, 1952. Литвиненко А. И. *Изучение передвижения органических веществ в растении томатов*. Тр. Харьковского СХИ, 1960. Лобов М. Ф. Сб. «Биологич. основы орошаемого земледелия». М., 1957. Лопухин Г. А. *Труды Ин-та защиты растений*. Акад. с.-х. наук КазССР, 1961, 6. Лысенко Т. Д. Тр. Азерб. центр. с.-х. станции, 1928, 3; *Агробиол.* М., Сельхозгиз, 1952. Лысогоров С. Д. *Орошаемое земледелие*. М., «Колос», 1965. Люндегорд Г. *Влияние климата и почвы на жизнь растений*. М., Сельхозгиз, 1937. Макаро И. Л., Кондратьева А. В. *Повышение продуктивности семян овощных культур*. М., Сельхозгиз, 1962. Макаро И. Л., Слободяник Н. И., Герасимов Б. А., Осницкая Е. А. *Повышение посевных качеств семян овощных культур*. М., Сельхозгиз, 1956. Максимов Н. А. *Научно-агрон. журн.*, 1925, 2, 7—8; *Краткий курс физиологии растений*. М., Сельхозгиз, 1958. Максимов Н. А., Кроткина М. А. *Тр. по прикл. бот., ген. и сел.*, 1926, 23, 2. Малышев Е. И. *Тр. Кишиневск. СХИ*, 1960, 19. Мамедова З. Ю. *Докл. АН АзССР*, 1957, 13, 12. Мангаладзе Н. Г. Тр. *Кутаисского гос. пед. ин-та*, 1958, 18. Марх А. Т., Фельдман А. Л., Кротов Е. Г. *Биохимия*, 1956, 21, 1; *Укр. биохим. журн.*, 1956а, 23(2). Матухин Р. Г. *Физиология адаптации культурных растений к засолению почвы*. Изд-во Рост. н/Д гос. ун-та. 1963. Мацков Ф. Ф. *Подкормка растений через листья*. Киев, 1952. Мацков Ф. Ф., Овечкин С. К. Тр. *Украинск. ин-та растениеводства, селекции и генетики*, 1959, 4. Медиш М. П. Тр. *ВАСХНИЛ*, 1936, 5. Мегалов В. А. *Сад и огород*, 1947, 10. *Методические указания по борьбе с вирус. с.-х. растений*. Изд-во МСХ СССР, 1959. Милованова Л. В. *Биохимия овощных культур*. М., Сельхозгиз, 1961. Милыева Э. Л. Автореф. канд. дисс. М., 1967. Минасян С. М., Костанян Б. А. *Изв. АН АрмССР*, 1954, 7, 8. Михайлов А. А. Сб. *Трудов по агрономич. физике*, 1965, 12. Михалев А. Я. Автореф. канд. дисс. Краснодар, 1955. Мичурин И. В. *Избранные труды*, тт. I—IV. М., Сельхозгиз, 1948; Мичурин В. М. Сб. «Структура и водные свойства почвы», 10, 1962. Молокоедова Л. Ф. *Физиол. раст.*, 1962,

1. Молотковский Ю. Г. Физиол. раст., 1964, 11. 2. Молотковский Ю. Г., Жесткова И. М. Физиол. раст., 1965, 12, 2; 1967, 14, 2. Московец С. Н., Никитина Р. Н. Тез. 3-го Всесоюзн. совещ. по иммунитету растений. Кишинев, 1959. Мошков Б. С. Фотопериодизм растений. М., Сельхозгиз, 1961; Агробиол., 1962, 5; Выращивание растений на искусственном освещении. М., «Колос», 1966. Мошков Б. С., Пумпянская С. Л. Физиол. раст., 1967, 15. Набурян Ф. М. Изв. АрмССР, 1944. 7. Назиров Н. Н. Физиол. раст., 1961, 8, 2. Нацентов Д. И. и др. Воспитание рассады овощных растений. М., Сельхозгиз, 1959. Негруцкий С. Ф. Физиол. раст., 1960, 7, 6. Незговоры Л. А., Соловьев А. К. Физиол. раст., 1958, 6; 1959, 6, 5. Некрасов В. В., Бывших Н. А. Тр. Плодоовощного ин-та им. Мичурина, 1953, 7. Ничипорович А. А. Фотосинтез и теория получения высоких урожаев. М., Изд-во АН СССР, 1956. Ничипорович А. А., Чмора С. Н. Сб. «Фотосинтез и вопросы продуктивности растений». М., Изд-во АН СССР, 1963. Новиков В. А. Агробиол., 1953, 3; Зап. Ленингр. СХИ, 1956, 11; Физиол. раст., 1960. Новиков В. А., Бурень В. М. Сб. «Развитие растений». Изд-во Ленингр. СХИ, 1965. Новодержкина Ю. Т. Физиол. раст., 1960, 7, 1. Овечкин С. К., Симочкина М. Я. Бюлл. Укр. ин-та растениеводства, 1958, 2. Овчаров К. Е. Физиологическая роль витаминов в растении. М., Изд-во АН СССР, 1956. Олейникова Т. В. ДАН СССР, 1951, 77, 5; 1952, 85, 3; 1954, 99, 3. Павлов И. П. Тр. Плодоовощного ин-та. 12. Мичуринск, 1961. Патрон П. И. Картофель и овощи, 1967, 3. Педаш Ф. И. Бюлл. Глав. бот. сада АН СССР, 1958, 31. Пейве Я. В. Сб. «Микроэлементы и продуктивность растений». Рига, 1965. Петин Н. С., Молотковский Ю. Г. Физиол. раст., 1956, 3; 1960, 7, 6. Петров Е. Г. Орошение в овощеводстве. М., Сельхозгиз, 1958. Петроченко Е. И. ДАН СССР, 1949, 65, 3. Пимахов Ф. С. Социалист. с.-х. Узбекистана, 1958, 4. Пичугина З. Г. Агробиол., 1961, 3. Позднева Ю. Чехословацкая биология, 1954, 3. Полумордвинова И. В. Автореф. канд. дисс. Л., 1964. Полумордвинова И. В., Алпатьев А. В., Агробиол., 1957, 3. Пономарева В. С. Бюлл. глав. Бот. сада АН СССР, 1965, 59. Попов П., Христов С. 25 лет исследовательской и селекционной работы с перцем в Институте овощных культур в г. Пловдиве. Научн. тр., т. 1, 1957. Поповская Е. М. Биохимия, 1950, 15, 3; 1952, 17, 2; Физиол. раст., 1957, 4, 4. Полович Ф. Я. Научн. труды. Укр. ин-та овощ. и картоф., 1957, 4. Прокошев С. М. ДАН СССР, 1952, 83, 2; 1956, 106, 2. Прокофьев А. А. Физиол. раст., 1961, 8, 5. Протасова Н. Н. Сб. «Овощеводство защищенного грунта». М., Сельхозгиз, 1958. Разумов В. И. Среда и развитие растений. М., Сельхозгиз, 1961. Ракитин Ю. В. Автореф. канд. дисс. М., 1940. Ракитин Ю. В., Крылов А. В. ДАН СССР, 1953, 90, 4. Ракитин Ю. В., Поволоцкая К. Л., Седенко Д. М. Физиол. раст., 1956, 3, 4. Рамсхорн К. Физиол. раст., 1961, 8, 1. Ратнер Е. И. Питание растений и применение удобрений. М., «Наука», 1965. Ржанова Е. И. Сб. «Экспериментальный морфогенез». Изд-во МГУ, 1963; Агробиол., 1965, 4. Рихтер А. А. Опытный агроном Юго-Востока. Саратов, 1927, 3, 2. Романович Е. А. Бот. журн., 1960, 2. Рубин Б. А. Тр. Московск. Дома ученых и Ин-та биохимии. М., Изд-во АН СССР, 1940, 4; Биохимические основы хранения овощей. М., Изд-во АН СССР, 1945; Сб. «Аклиматизация растений». М., Изд-во АН СССР, 1957. Рубин Б. А., Арциховская Е. В. Биохимия и физиология иммунитета растений. М., Изд-во АН СССР, 1960. Рубин Б. А., Метлицкий Л. В. Основы хранения плодов и овощей. М., Изд-во АН СССР, 1955. Рубцов М. И. Тр. Плодоовощного ин-та, 12. Мичуринск, 1961. Рузинова П. Г., Щупак К. Д. Тр. Молд. овоще-картоф. оп. станции, 1956. Рыжков В. Л. Изв. АН СССР, сер. биол., 1946, 5; Журн. общ. биол., 1959, 20, 1. Рыжов С. Н. Орошение хлопчатника в Ферганской долине. Ташкент, Изд-во АН УзССР, 1948. Сабинин Д. А. О зна-

чений корневой системы в жизнедеятельности растений. М., Изд-во АН СССР, 1949; Физиология развития растений. М., Изд-во АН СССР, 1963. Сабуров Н. В., Антонов М. В. Хранение и переработка плодов и овощей. М., Сельхозгиз, 1951. Сазанов М. М. Помидоры, баклажаны, перцы. Ростов н/Д, 1959. Сазанова С. А. Сад и огород, 1946, 10. Салаев Л. К. ДАН СССР, 1963, 52, 5. Самойлов А. Ф. Тр. Туркменск. фил. АН СССР, 1942. Сатарова Н. А., Чернявская Е. К. Физиол. раст., 1966, 13, 6. Селедцова А. И. Тр. Казахской республи. опыти. станции картофеля и овощей, 1960, 2. Семененко Г. И. Уч. зап. Харьковск. гос. ун-та, 1953, 17. Сенюшкин Е. А. Тр. селекцион. станции «Маяк». Краснодар, 1947. Сергеев Л. И., Лебедев А. М. Бот. журн., 1936, 2. Сисалян Н. М., Васильев Н. А. ДАН СССР, 1952, 86, 5. Скворцова Н. А. Бот. журн., 1956, 61, 3. Скрипниченко Л. А. Сад и огород, 1941, 2. Смилянец Л. Е. Тр. Молд. овощекартоф. опыти. станции. Кишинев, 1956; Тр. Молд. ин-та орошаемого земледелия, 1961, 3; Орошение овощных культур. Кишинев, 1965. Смирнов А. М. Автореф. докт. дисс. М., 1967. Смирнов А. М., Овчаров К. Е. Физиол. раст., 1960, 7, 2. Солдатенков С. В. Тр. Петергофск. биол. ин-та. ЛГУ, 1961. Соловьев В. А. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960. Соловьев Н. А. Сад и огород, 1959, 6. Сортовое районирование овощных культур. М., Сельхозиздат, 1961. Столяров А. И. Сельск. х-во Сев. Кавказа, 12, 1966. Строгонов Б. П. Физиология солеустойчивости хлопчатника. М.—Л., 1949. Струн М. Сб. «Морфогенез растений». Изд-во МГУ, 1961. Сутулов А. Н. Бюлл. Глав. бот. сада АН СССР, 1965, 57. Сухов К. С. и др. Докл. ВАСХНИЛ, 1952, 8. Сухоруков К. Т. Физиология иммунитета растений. М., Изд-во АН СССР, 1952. Сыскова М. В. Автореф. канд. дисс. Л., 1956; Тр. по прикл. бот., 1956, 31. Табенецкий А. А. Изв. АН СССР, сер. биол., 1955, 1. Таг-заде А. Х. Уч. зап. Азерб. ун-та, сер. биол., 1960, 5. Тараканов Г. И. Сб. «Применение полимерных пленок в овощеводстве». М., «Колос», 1964; Докл. ТСХА, 1965, 114. Таранов В. Сб. «Почва и урожай», 1961, 11; Ин-т земледелия Латвии. Тетерникова Д. Н., Бабаян Н. и др. Научн. труды Ерев. гос. ун-та, 1958, 64, 7. Ткаченко Ф. А. Научн. труды Укр. ин-та овощеводства, 1959, 5, 47. Тотмаков Г. В., Алпатыев А. В. Итоги работы Грибовской станции по селекции овощных культур, 2. М., Сельхозгиз, 1935; Сб. «Томаты». М., Сельхозгиз, 1937; Сад и огород, 1946, 1. Туева О. Ф. Физиол. раст., 1960, 7, 1. Туйчибаев М. С., Кружилин А. С. Физиол. раст., 1965, 12, 3; 1965, 12, 6. Тукало Е. А. Сб. научн. трудов Днепропетровск. мед. ин-та, 1958, 6. Турбин Н. В., Атрашенко Н. В. Бюлл. Ин-та биологии АН БССР, 1958 (1960), 4. Туркова Н. С. Дыхание растений. Изд-во МГУ, 1963; Научн. докл. высш. школы, 1967, 3. Уайт Р. Возделывание сельскохозяйственных растений и окружающая среда. М., 1949. Успенская Е. В. Социалист. сельск. х-во Узбекистана, 1956, 5. Ушакова Е. И. Сб. «Семеноводство овощных культур». М., Сельхозгиз, 1955. Федин П. Е. Автореф. канд. дисс. Л., 1953. Федоров П. С. Труды Киргизского Ин-та земледелия, 1962, 4. Феофанова Н. Д. Бот. журн., 1960, 45, 12. Филиппова Р. И. Тр. Молд. ин-та орошаем. земледелия и овощеводства, Кишинев, 1960, 2. Филиппов Л. А. Изв. ТСХА, 1954, 3. Филов А. И. Перцы и баклажаны. М., Сельхозгиз, 1956. Хагельман Р. Плазматическая наследственность. М., ИЛ, 1962. Хазина Е. П. Агробиол., 1956, 6. Харьковская А. П. Сб. «Орошение овощных культур». Кишинев, 1965. Хватов А. Д., Соболева С. М. ДАН КазССР, 1958, 2. Хватов А. Д., Соболева О. М., Ковалева Н. В., Сагитова М. Г. Тр. Республ. опыти. станции картофеля и овощного х-ва Казахск. акад. с.-х. наук, 1960, 2. Химич Р. Е. Итоги работы Грибовской станции по селекции овощных культур, 1. М., Сельхозгиз, 1935. Хлебникова Н. А. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1934, 1, 2. Худына И. Г. Тр. ВАСХНИЛ, 1936, 5.

Цветкова И. В., Воронина И. Н. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960. Цибиров М. П. Сб. работ памяти Д. Н. Горняшников. М., Изд-во АН СССР, 1950. Чайляхян М. Х. Гормональная теория развития растений. М., Изд-во АН СССР, 1937. Основные закономерности онтогенеза высших растений. М., Изд-во АН СССР, 1958. Чельцова Л. П., Лебедева Н. И. Физиол. раст., 1966, 13, 3. Чесноков В. А., Жаботинский Г. Х. Тр. Петергофск. биол. ин-та. ЛГУ, 1960, 18. Чулков Н. И., Чулкова В. С. Овощные культуры в орошаемом земледелии. Волгоград, 1961. Шаболин И. Н. Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1962, 3—4. Шабельская Э. Ф., Годнев Г. Н. ДАН СССР, 1964, 8, 1. Шаин С. С. Свет и развитие растений. М., Сельхозгиз, 1963. Шаньгина З. И. Зап. Ленингр. СХИ, 1956, 11; Физиол. раст., 1961, 8, 3; Физиол. раст., 1965, 12, 5. Шапошников Н. И. Уч. зап. Тамбовск. пед., ин-та, вып. 9, 1956. Шахов А. А. Солеустойчивость растения. М., Изд-во АН СССР, 1956. Шахов А. А., Семеновко А. Д. Журн. общ. биол., 1958, 6. Шведская З. М. Автореф. канд. дисс. М., 1957. Шведская З. М., Кружилин А. С. Физиол. раст., 1964, 11, 2; 1966, 13, 5. Шиврина А. Н. Сб. «Проблемы витаминов», 1937. Шифрина Х. Б. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1960. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозгиз, 1961. Школьник Р. Я. Физиол. раст., 1956, 3. Значение микроэлементов в растениях. М., Изд-во АН СССР, 1963. Шмарев Г. Е. Вестник с.-х. науки, 1958, 8. Штраусберг Д. В. Физиол. раст., 1958, 5. Штуров Д. А., Беляев Н. В. Изв. Молд. филиала АН СССР, 1956, 6(26). Щупак К. Д. Тр. Молд. ин-та орошаем. земледел. и овощеводства, 1959, 1; Тр. 1-й конф. физиол. Молдавии. Кишинев, 1964. Эдельштейн В. И. Овощеводство. М., Сельхозгиз, 1962. Энгель О. С. Рефераты н.-и. работ за 1944 г. Изд-во АН СССР, 1945. Эрвальд М. А. Автореф. канд. дисс. М., 1955; Консервн. и овощесуш. промышленность, 1960, 9. Юрьева Н. А. Агробиол. 1961, 5. Якушкина Н. И. ДАН СССР, 1948, 61, 5; ДАН СССР, 1956, 109, 3; Физиол. раст., 1962, 9, 1. Якушкина Н. И., Кравцова Б. Е. ДАН СССР, 1953, 91, 2; 1953а, 91, 4. Якушкина Н. И., Кравцова Б. Е., Новоселова Г. А. ДАН СССР, 1953, 91, 4. Ярмолинский Е. А. Строго соблюдать круглосуточное вегетационные поливы. Изд-во ТаджССР, 1955. Abd el Rahman A. A., Bierhuizen J. F., Kuiper P. J. C. 1959. Meded. Land—bouwhogeschool Wageningen, 1959, 54, 4; 59, 11. Aref A., Abdul-Baki, McCollum T. P., Dickinson D. B. Plant physiol., 1965, 40, 4. Abe Yukihide, Gotoh Kanji. Bot. Mag., Tokyo, 1959, 72, 857—858. Addison E. Amer. J. of Botany, 1959, 46, 1. Albu E. Der Tomatenbau Culturliche patlageleitor rosiir. Bukarest Staats-verlag fur Land und Forstwirtschaftliche literatur, 1954. Aghion P. D. Physiol. veget., 1965, 3, 3. Andreotti R. Ceci D. Ind. conserve, 1955, 30, 4. Asztalos G. Adatona zoldsegfélék yarovizálásához. Kerteszeti Kutato int. evk. köt. Budapest, 1957. Becker D. J., Barg T. Züchter, 1954, 24, 9. Bailey D. L. Canad. J. Bot. 1962, 40, 8. Balan E. Grädina via sulivada, 1957, 6, 2. Balint A. Magyar Fudomany, Budapest, 1961, 3. Bohng W. J. Heredity, 1964, 55, 5. Bankowska H. Postery Nauk roln., 1963, 10, 6. Benedek L. Kiserletügyi közl., 1959, 52, 3. Berrie A. M. Physiol. Plant., 1960, 13, 1. Bernstein L. Pearson G. A. Soil. sci., 1954, 77, 5. Bielka R. Arch. Gartenbau, 1960, 8, 5. Bierhuizen J. F., Abd El Rahman A. A., Kuiper P. J. Meded. Landbouwhogeschool Wageningen, 1959, 59, 16. Bodea C. Nicoara E. Liebig's Ann. Chem., 1960, 635, 1—3. Boll W. Bot. Gaz., 1954, 116, 2. Bond E. K. Physiol. Plant., 1955, 8, 4. Bonnemain J. L. C. r. Acad. Sci., 1965, 260, 7. Bonner J., Zeevaart J. Plant Physiol., 1962, 37, 1. Borthwick H. H. Hendriks S. B. Handbuch der Pflanzenphys., 1961, 16. Bouillenne-Warland M. Bull. cl. Sci. Acad. roy. Belgique, 1957, 43, 10. Brachet J. L. Endevond, 1965, 24, 93. Briggs L. J., Shantz H. L. Botan. Gar., 1913,

53. Buhler D. R. Ermer H., Christensen B. E., Wang C. H. *Plant Physiol.*, 1957, 31, 3. Bunescu D., Zelinschi N., Andronicescu D., Prorocu N., Cirstea M., Răsuceanu E., Enăchescu G. *Linii noi de pătlăgele vinete «Licrari stiint Inst. cercetări horti vitic»*, Bucuresti, 1958—1959. Bünning E. *Die physiologische Uhr.*, Berlin, 1958. Butler W. L., Lane H. C. *Plant Physiol.*, 1965, 40, 1. Byron J. *Soil Sci.*, 1954, 78, 3. Calvert A. *Commerc. Grower*, 1956, 3177; *J. Hortic Sci.*, 1957, 32, 1; 1959, 34, 3. Champigny M. L. *Revue general le de Botanique*, 1960, 67, 790—792. Cappaert A. *Bull. agric. Congo. Belge*, 1956, 47, 1. Carlton W. M. *Bot. Gaz.*, 1954, 116, 1. Carpenter B. H., Hamner K. C. *Plant Physiol.*, 1963, 38, 6. Chaugule B. A., Pandey S. G. *Indian J. Agron.*, 1958, 3, 1. Cooper A. J. *J. Hortic Sci.*, 1959, 34, 2. Choudhury B., Singh S. N. *Indian J. Hortic.*, 1960, 17, 1. Chornoky G. K. Paeuzel M. *Acta Chim. Acad. Scient Hung.*, 1958, 16, 2. Coic T., Lesaint Le Doux F. *C. r. Acad., Sci.*, 1962, 254, 24. Cosentino V. *Ricerca Sci.*, 1957, 26, 3. Cordner H. B., Hedger G. *Proc. Amer. Soc. Hortie Sci.*, 1959, 73. Chudoba Z., Schneider J. *Bull. Inst. hodowli i aklimat. roslin*, 1959, 1. Davies I. W., Cocking E. C. *Planta*, 1965, 67, 3. Devay M. *Bot. Kozlóm*, 1963, 50, 3; 1964, 51, 2—3. Die J. Van *Proc. Koninkl. nederl. akad. Wet.*, 1958, 5; 1959, 1; 1959, 5; 1960, 2. Doyle W. P., Wang C. H. *Canad. J. Bot.*, 1958, 36, 4. Doyle W. P., Chin H. *Plant Physiol.*, 1960, 35, 5. Dunn S., Went F. W. *Lloydia*, 1959, 22, 4. Ederhardt F. *Planta Archiv für wissensch. Botanik*, 1955, 45, 1. Edward J. C., Shanker G. Allahabad Farmer, 1960, 34, 2. Eguchi T., Matsumura T., Ashizawa M. *Proc. Amer. Soc. Hortie Sci.*, 1958, 72. Elmström G. W., Hillyer J. G. *Proc. Amer. Soc. Hortie Sci.*, 1965, 86. Enăchescu G. *Comun. Acad., RPR*, 1959, 9, 8; *Studii si cercetari biochim. Acad. RPR*, 1962, 5, 2. Enăchescu G., Marinescu R. *Lucrari stiint. Inst. Cercetari Horti-vitic*, 1958, 1959 (1960). Engelbrecht L. *Flora*, 1961, 150, 1. Felix G. *Plant Physiol.*, 1960, 35, 4. Fryzer J. C., Ascham L., Cardwell A. B., Fryer H. C., Willis W. W. *Proc. Amer. Soc. Hortie Sci.*, 1954, 64. Fulton J. M., Erickson A. E. *Soil Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1964, 28, 5. Fulton J. M., Erickson A. E., Tolbert W. E. *Agron. J.* 1964, 56, 6. Fujishita N. *Engei Cakkai Zasshi*, 1964, 33. Fukumoto K. *Japan J. Bot.* 1962, 18, 1. Gaastra P. *Wageningen*, 1959, 59 (13). Gates C. T. *Austral. J. Biol. Sci.*, 1955, 8, 2. Gombkoto G. *Kerteszeti es szoleszeti foiskola evk.*, 1959, 23, 7. Gutmanis K. *Masligas gaimas ietekme uz tomatu biokimis kosastravu. Latv. PSR, Zina thu Akad. Vestis*, 1959. Hall C. B., Dennison R. A., Nettles V. E. *Proc. Amer. Soc. Hortie Sci.*, 1959, 73. Hamner K. C., Tokimoto A. *Amer. Naturalist*, 1964, 98. Highkin H. R., Hanson J. *Plant Physiol.*, 1954, 29, 3. Hartmann C. *Rev. gen. bot.*, 1960, 794. Hartt C. E. et al., *Plant Physiol.*, 1964, 39, 1. Hartwell B. L., Damon S. C. *Rhode Island AES. Bull.*, 1914, 160. Harvey R. B. *Bot. Gaz.* 1922, 74, 4. Heinze W. *Naturwissenschaften*, 1959, 46, 21. Hellebust J. A., Bidwell R. G. *Canad. J. Bot.*, 1964, 39, 3. Hercik F. *Biol. Plant Acad. Scient bohesl.*, 1964, 6, 4. Hess D. *Planta*, 1959, 54; 1961, 57, 1. Hillman W. S. *Amer. J. Bot.*, 1964, 51, 10. Hoto Y. O. *J. Sci. Soil and Manure. Japan*, 1960, 30, 12. Hosokawa B. *Skin Saves Water-Reclamation era*, 1965, 50, 3. Itikawa, Ukyo Oxacu, Taka. *Hore. Agric.* a. 1960, 35, 3. Jackson W. *Amer. J. Bot.*, 1956, 43, 9. Jelenic D., Vajnberger A., Rasic J. *Zemljiste i biljka*, 1958, 7, 1—3. Janes B. E. *Soil Sci.*, 1954, 78, 3. Johnson S. P., Hall W. C., Liverman J. L. *Physiol. Plant.*, 1956, 9, 3. Januszewski W., Owsianny T. *Biul. Inst. rosl. lecnz*, 1958, 4, 3. Kidson E. B. *Annual. Rept.*, 1959—1960, Cawthron Inst. N. Z. Nelson, 1960. Klebs G., Handwort D. *Naturwissensch.*, 1913, 4; *Flora*, 1918, 11—12. Klein R. M. *Plant physiol.*, 1965, 40, 5. Lang A. G. *Encyclopedia of plant physiology*, 16, New York, 1965.

Lange O. L., Lange R. *Flora*, 1963, 153, 3. Larson P. E. *Proc. of the Amer. Soc. For. Hort. Sci.*, 1957, 59. Leonard E. R., Head G. C. *J. Hort. Sci.*, 1958, 33, 3. Leopold A. C., Frances S. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 1952, 41, 1. Leopold A. C. *Colloq. internat. Centre nat. rech. Sci.*, 1964, 123. Lunin J., Galdatin M. H. *Soil. Sci. Soc. Amer. Proc.*, 1965, 29, 5. Luxova M., Ucnayova-Peterkova. *Biologia*, 1954, 9, 3. Marks J. L. Bernlohr R., Varner I. E. *Plant Physiol.*, 1957, 32, 4. Meadly G. R. *J. Dept. Agric. West. Austral.*, 1965, 6, 7. Melvin E. W. *Doct. Univ. Illinois Adstrs.*, 1955, 15, 5. Mohr H. *Naturwiss. Rundschau*, 1965, 18, 3. Molin E., Das V. S. *Physiol. Plant.*, 1954, 7, 4. Mori H., Abe F. *J. Hort. Assoc. Japan*, 1956, 25, 2. Moyses A. S. *Songres. International de Botanique Rapport et Communications aux Sections 11—12. Paris, 1954.* Morgan D. R., Street H. E. *Ann. bot.*, 1959, 23, 89. Mothes L. *Naturwissenschaften*, 1960, 47, 15. Mothes K. *Coll. internat. Centre nat. rech. Sci.*, 1964, 123. Muller F. *Angew. Bot.*, 1959, 33, 4. Nealt F. E. *J. Agric. Sci.*, 1955, 4, 1. Nystrakis F. C. *r. Acad. Sci.*, 1962, 255, 5. Osawa T. *J. Hort. Assoc. Takau*, 1957, 26, 1. Oganjanowa A. *Geradina Lazar Nauka*, 1964, 1, 3. Porter J. W., Lincoln R. E. *Arch. Bioch.*, 1950, 27. Ramschorn K. *Flora*, 1958, 9. Rovira A. D. *Plant and Soil.*, 1959, 11, 1. Ruszkowska M., Zinkeiwicz J. *Rocz. nauk rolnicznych*, 1953, 66, 2. Salageanu N., Balan E. *Despre concentratia sucului celular al frunzei lor de tomate din culturi irigate, in decursul perioadei de vegetatie. Omagiu Lui Traian Savulescu cu prilejul implinirii a 70 de ani Bucuresti Acad. RPR*, 1959. Salisbury F. *Endavour*, 1965, 24, 92. Sömos A. *Magyar tud Agratud aszt kozt*, 1959, 14, 1—3. *Acta agron. Acad. Scient Hung.*, 1959, 9, 1—2. Samy T. S., Anantha K. V., Pandya H. G. *Current Sci.*, 1960, 29, 7. Sander H. *Naturwissenschaften*, 1957, 44, 20. Sandulescu R. *Hibridari vegetative la tomate. Com. Bot. 1957—1959. Bucuresti*, 1960. Sastry K. S., Krishna R. M. *Bot. Gaz.*, 1965, 126, 1. Schmidt G. *Agrobotanica*, 1962, 111. Schuster G. *Nachrichten bd. dtsh. Pflanzenschutzdienst*, 1957, 2, 12. Selman J. W., Ahmed E. O. *Ann. Appl. Biol.*, 1962, 50, 3. Sirbu E., Parhou C. *J. Ser. stiint-natur*, 1956, 11. Sivadjan J., Kern H. *Phytopatol. Z.*, 1958, 33, 3. Sotirin V. *Studii si cercetari biol. Acad. RPR. Sier, biol., veget.*, 1960, 12, 2. Spencer M. S. *Canad. J. Biochem. and Physiol.*, 1959, 37, 1. Stall R. E., Hortenstine C. C. *Phytopathology*, 1965, 55, 4. Steward F. C., Pollard J. L. *Nature*, 1958, 182. Stroun M. *Physiol. Plant.*, 1958, 11. Suzuki Y. *Physiol. Plant*, 1958, 11, 1. Trippi V. *Fyton*, 1964, 21, 2. Trippi V., Pina J. C., Boninsegna. *Pyton*, 1965, 22, 1. Uemura L., Ymasitas U., Tanaka X. *J. Sci. Soil and Manure. Japan*, 1960, 31, 1. Ulrich J., McLaren A. D. *Amer. J. Bot.*, 1965, 52, 2. Vagnerova V. I. *Sb. Vysoke skoly zemed. a lesn Brno*, 1959, 4. Vaguffalvi D. *Agrartudomány*, 1957, 9, 10. Valenta V. L. *Biologicke Prace*, 1956, 2, 10. Veichmeyer P. F., Hendrikson A. H. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, 1950, 7. Viglierchio D. R., Went F. W. *Amer. Journal of botany*, 1957, 44, 5. Voinea M., Bunescu D. *An. Inst. Cercetari agron.*, 1957, 24, 5. Wall H. L., Neethling L. P., Perold G. W. *J. S. Afric. Chem. Inst.*, 1960, 13, 1. Ward K. M. *Gueense Agric. J.*, 1956, 82, 11. Wassink E. C., Kuiper P. J. *Meded. Landbouwhogeschool, Wageningen*, 1959, 59, 17. Went F. W. *Ann. of Bot.*, 1945, 32, 8. Went F. W. *Hull. Plant physiol.*, 1949, 24(3). West G. B. *J. Pharmacy and Pharmacol.*, 1959, 11. Winsor G. W., Massey D. M. *J. sci. food and agricult.*, 1959, 10, 6. Wittwer S. H., Teubner F. C. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. ithalea*, 1956, 67; *Amer. J. Bot.*, 1957, 44, 2. Wu Mingan, Burell R. C. *Arch. Biochem. a. Biophys.*, 1958, 74, 1. Zeevaart J. A. *Plant physiol.*, 1962, 37, 3.

# ФИЗИОЛОГИЯ ОГУРЦОВ

---

## Введение

Огурцы — одна из наиболее распространенных овощных культур. Они возделываются почти во всех странах мира, занимая площадь свыше 300 тыс. га.

Наибольшие посевные площади под огурцами имеет Советский Союз (около половины мировых посевов). Большие площади под огурцами заняты в США, а также в странах Азии: Японии, Индии, Китае.

Среди овощных культур, выращиваемых в СССР в открытом грунте, лишь капуста, а в некоторых районах и томаты, занимают большие посевные площади, чем огурцы, удельный вес которых составляет около 18—19% от всех посевов овощей. Однако валовой выход плодов огурцов составляет лишь около 10—12% всего урожая овощных культур.

В СССР огурцы получили наибольшее распространение в центральных районах РСФСР, Белорусской и Украинской ССР. Расширение посевов этой культуры ограничивается на севере высокой требовательностью огурцов к теплу, а на юге — недостатком влаги, а также тем, что в этом районе они вытесняются более ценными бахчевыми культурами — арбузами и дынями.

Огурцы выращиваются в открытом грунте (посевом семенами в грунт и рассадным способом) и в защищенном грунте — в парниках и теплицах.

Огурцы относятся к семейству тыквенных (*Cucurbitaceae*).

Большинство рассмотренных ниже физиолого-биохимических исследований проведено с культурными формами огурца (*Cucumis sativus*).



## РОСТ И РАЗВИТИЕ ОГУРЦОВ

### СОЗРЕВАНИЕ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН, ИХ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ

Наиболее высокой всхожести семена огурцов достигают ко времени полной биологической зрелости плодов. Поэтому в северных районах возделывания этой культуры, где может иметь место неполное вызревание семенных плодов, послеуборочное выдерживание семян огурцов в течение некоторого времени в собранных плодах способствует повышению их всхожести (Ткаченко, Чижов и др., 1963). Учитывая это положение, в семеноводческой практике получил широкое распространение прием послеуборочного дозаривания семенников огурца. В ряде случаев положительный эффект дает послеуборочное или предпосевное солнечное или искусственное прогревание, а также длительное хранение незрелых семян (Тювин, 1939; Репин, Тишков, 1939; Гусев, 1947; Веселовская 1954, 1959; Цытович, 1961 и др.).

В южной зоне возделывания, где семенные плоды огурцов могут полностью вызреть до съема их с растения, семена сразу же после уборки имеют высокую всхожесть, и применение прогревания и дозаривания таких семян менее эффективно, чем семян северной репродукции (Белик, 1967).

Повышение энергии прорастания и всхожести семян огурцов может быть вызвано воздействием на них гиббереллина. В одном из опытов (Белик, 1965) семена, замоченные в течение 48 час в растворах гиббереллина различной концентрации, были высеяны в посевные ящики и помещены в холодильную камеру с температурой 7—12° (в отдельные дни в конце опыта отмечалось кратковременное повышение температуры до 17—20°). В качестве контроля использовались семена, замоченные в воде, которые прорастали как при пониженных температурах, так и в теплой оранжерее, где температуру поддерживали на уровне 18—20° (в солнечные дни температура поднималась еще выше). В теплой оранжерее появление

всходов было отмечено на пятый день после посева, а на седьмой день взшло 96% высеянных семян; в холодильной камере всходы начали появляться лишь на 24-й день.

Более дружные всходы давали семена, обработанные гиббереллином высокой концентрации (200—2000 мг/л). Сеянцы, выращенные из семян, обработанных гиббереллином, оказались мощными, имели крупные семядоли интенсивно зеленой окраски. В контроле и при обработке семян гиббереллином в концентрации 5 мг/л растения были слабее, мельче, с недоразвитыми пожелтевшими семядолями. В листьях молодых растений огурцов, выращенных из семян, обработанных гиббереллином (200 мг/л) при повышенных температурах (выше 20°), содержание сухого вещества оказалось пониженным в сравнении с контрольными растениями; при выращивании в условиях пониженных температур содержание сухого вещества в листьях молодых растений было выше, чем в контроле.

Семена огурцов, так же как и бахчевых культур, обладают высокой жизнеспособностью, сохраняя всхожесть длительное время (7—8, а иногда и более 10 лет).

По данным ряда авторов (Tool, 1942; Weibull, 1955; Barton, 1961; Ткаченко, Пискунова, 1963, 1964), на долговечность семян огурцов влияет температура и особенно относительная влажность воздуха и влажность семян при хранении. Большинство авторов отмечает, что низкое содержание влаги и температура, близкая к 0°, — наилучшие условия для хранения семян. При оптимальных условиях хранения сохраняется высокая энергия прорастания и всхожесть семян, сила начального роста проростков, высокая активность каталазы, низкое кислотное число и слабая энергия дыхания.

При хранении в условиях высокой относительной влажности воздуха в семенах огурцов, арбузов и других овощных культур снижается активность каталазы, повышается интенсивность дыхания, активизируются процессы гидролиза жира (Пискунова, 1964).

В некоторых работах (Харузин, 1928; Габаев, 1932; Smerda, Tichy, 1957) высказывается мнение о том, что старые, так называемые «лежалые» семена огурцов обладают повышенной жизнеспособностью. Однако имеются данные и противоположного характера (Юдкин, 1933; Parkinson, 1948; Троицкий, 1959).

Опыты, проведенные сотрудниками лаборатории физиологии Научно-исследовательского института овощного хозяйства МСХ РСФСР и Бирючукотской овощной опытной станции, показали, что в процессе хранения идет постепенное снижение жизнеспособности семян. Особенно сильное снижение жизнеспособности семян происходит начиная с пятого — седьмого года хранения. Некоторое повышение жизнеспособности в первый период хранения (3—6 мес. после уборки) в

ряде случаев происходило лишь у семян, убранных в незрелом состоянии в северной зоне возделывания огурцов (Белик, 1967).

В опытах В. Ф. Белика (1967) установлено, что снижение жизнеспособности семян в процессе хранения выражается в постепенном снижении энергии их прорастания, а затем и всхожести, в ослаблении биохимических процессов, связанных с прорастанием семян, понижении энергии роста проростков (табл. 115), ослабленном росте растений, выращенных из

Таблица 115

Изменение некоторых физиологических свойств семян огурцов в результате различных сроков хранения (опыт проведен в январе 1964 г.)

Показатели	Сорта, год урожая семян				
	Донской 175		Победитель 26		
	1958	1961	1957	1959	1962
Всхожесть, % . . . . .	97	99	97	93	99
Энергия прорастания, % . . . . .	12	91	21	77	93
Длина трехдневных проростков, см . . . . .	4,0	6,0	5,4	5,3	7,1
Активность липазы, мл 0,1N NaOH					
в набухших семенах . . . . .	2,74	2,91	3,01	3,05	3,30
в наклюнувшихся семенах . . . . .	2,49	2,89	2,59	2,77	2,94
Содержание аскорбиновой кислоты, мг %					
в набухших семенах . . . . .	—	—	4,29	4,82	5,09
в наклюнувшихся семенах . . . . .	—	—	15,91	—	32,49

старых семян и снижении урожайных качеств таких растений (табл. 116).

В этих исследованиях, в частности, отмечено, что чем старше семена, тем слабее происходит в них при прорастании синтез аскорбиновой кислоты и наблюдается меньшая активность фермента липазы. Эти данные позволили рекомендовать использование в качестве показателей уровня жизнеспособности семян, наряду с энергией прорастания и всхожестью семян, активность липазы и накопление аскорбиновой кислоты в прорастающих семенах (Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Белик, 1967).

Заметное снижение урожайности растений наблюдается при посеве семян 5—7-летнего срока хранения. Растения, выращенные из семян 2—4-летнего срока хранения, по силе роста и продуктивности не превосходят растения, выращенные из свежих, однолетних семян, полученных из хорошо вызревших плодов. Однако в северной зоне выращивания огурцов 2—3-летние семена могут дать более высокий эффект, чем

Таблица 116

Урожай огурцов сорта  
Донской 175, полученных  
из семян различного срока  
хранения  
(средние данные за 1962—  
1964 гг. по Бирючукской  
опытной станции)

Срок хранения семян	Урожай, ц/га	
	ранний (на 20/VII)	общий
1 год . . .	64,6	406,3
3—4 года .	69,9	390,0
5—7 лет . .	65,5	357,9

однолетние, поскольку свежие семена в этих условиях часто вызревают не полностью.

Для семян огурца характерно быстрое прорастание при наличии соответствующих условий.

При прорастании семян в них происходят сложные биохимические процессы, которые, к сожалению, у огурца изучены недостаточно подробно. Можно лишь отметить, что прорастание семян огурцов, так же как и семян бахчевых культур, сопровождается усилением активности липазы, участвующей в расщеплении жи-

ров, и синтеза аскорбиновой кислоты, участвующей в дыхательных и ростовых процессах (Белик, Плахова, 1964, 1965; Белик, 1967) (табл. 117).

Возрастание активности липазы происходит до начала прорастания семян, а содержание аскорбиновой кислоты возрастает и после прорастания семян — в семядолях и листьях, в которых начинают идти фотосинтетические процессы.

Таблица 117

Биохимические изменения в прорастающих семенах огурцов

Состояние семян	Активность липазы, мл 0,1 N NaOH		Содержание аскорбиновой кислоты, мг %	
	Муромский 36	Донской 175	Муромский 36	Донской 175
Сухие семена . . . . .	1,72	2,11	3,85	3,51
Набухшие семена . . . . .	2,99	3,36	3,85	3,51
Начало прорастания . . . . .	3,11	3,48	36,29	42,64
Проросшие семена . . . . .	2,82	3,06	—	—
Семядоли . . . . .	—	—	98,30	66,80

На энергию прорастания, всхожесть семян огурцов и интенсивность протекающих в них при прорастании биохимических превращений решающее влияние оказывают факторы внешней среды, и прежде всего температура, влага и воздух.

Семена огурцов очень требовательны к температуре. Оптимальная температура для их прорастания 25—35°. Хотя семена огурцов могут прорасти при температуре около 12—13°, но в полевых условиях нормальные всходы можно получить только при температуре не ниже 17—18°, что видно из табл. 118, составленной на основании многолетних наблюде-

ний (Белик, 1958—1967) и содержащей сводные данные опытов, проведенных под Москвой в 1958—1964 гг.

Понижение температуры задерживает появление всходов, снижает энергию прорастания и всхожесть семян, замедляет проходящие в них биохимические процессы, вплоть до полной потери ими жизнеспособности. С повышением температуры, наоборот, срок прорастания укорачивается и процент

Таблица 118

**Влияние температуры на скорость появления всходов и полевую всхожесть семян различных сортов огурцов**

Среднесуточная температура		Среднее число дней от посева до всходов		Средняя полевая всхожесть, %
воздуха	почвы	первых (10%)	массовых (50%)	

*Алтайский ранний 166*

10—11	11—12	25	—	12
13—14	13—14	17	—	16
14—15	14—15	15	—	45
17—20	18—19	8	9	62
20—21	19—20	6	6	70—90

*Донской 175*

10—11	11—12	31	—	7
13—14	13—14	25	—	31
17—20	17—18	10	13	62
19—21	18—20	6	6	70—90

всхожести семян повышается. При благоприятных температурных условиях (25—30°) и достаточном количестве влаги в почве всходы огурцов могут появиться на 4—5-й день после посева, а начало прорастания семян отмечается даже на второй-третий день после замачивания их в воде.

Семена огурцов, как и других видов растений, прорастают лишь при наличии влаги. Однако для набухания и прорастания семян огурцов требуется относительно небольшое количество влаги — для набухания около 36—42% от абсолютно сухого веса семян, а для прорастания на 20—25% больше (Белик, 1967).

Естественный свет несколько задерживает прорастание семян огурцов, а на всхожесть практически не влияет.

Семена огурцов очень чувствительны к недостатку воздуха, резко снижают в этих условиях энергию прорастания, а нередко и всхожесть. Это является одной из причин высокой отзывчивости огурцов на легкие и рыхлые почвы.

## РОСТ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

При прорастании семян огурцов первым трогается в рост корешок, а точка роста стебля некоторое время остается без видимых изменений.

Корневая система в первый период вегетации растет относительно интенсивнее, чем надземная часть растений. В 10-дневном возрасте высота растения равна в среднем 3 см, а длина главного корня — 9,5 см; у 20-дневных растений длина побега — 8 см, а корня — 17 см; у 30-дневных растений — 15,3 и 21 см соответственно. У 60- и 90-дневных растений длина плети уже больше длины корня, а надземная часть растения занимает большую площадь, чем корневая система; 90-дневные растения имеют длину главного побега в среднем 94 см при длине корня 47 см; надземная часть растения занимает площадь в диаметре около 98 см, а корневая система — в диаметре около 80 см (Минин, 1928).

Корневая система огурцов имеет главный стержневой корень, боковые корни первого, второго и последующего порядков и много всасывающих корешков. Распространяются корни главным образом в горизонтальном направлении; в глубину до 70—100 см идет в основном главный корень, причем его длина меньше длины боковых корней первого порядка. К концу вегетации основная корневая система расположена в верхнем горизонте почвы на глубине 10—30 см. На рыхлых, хорошо прогреваемых почвах корни проникают глубже, на холодных почвах с избыточным увлажнением они расположены ближе к поверхности.

Характерно то, что, как показано Ф. А. Ткаченко (1957), корневая система у межсортовых гетерозисных гибридов огурцов развита мощнее, чем у негибридных растений. Разница в развитии корневой системы гибридных и негибридных огурцов отмечается начиная с первых дней прорастания семян (Белик, Козинер, 1964, 1967). Мощная корневая система гибридных растений является, по-видимому, одним из факторов повышения их продуктивности.

Огурцы обладают высокой способностью к образованию дополнительной корневой системы, особенно в условиях повышенной почвенной и атмосферной влажности. Дополнительные корни образуются в узлах побегов первого, второго и последующего порядков. Как отмечают А. Д. Якимович и П. В. Шереметевский (1938), наибольшей склонностью к образованию дополнительной корневой системы отличаются поздние крупноплодные сорта огурцов, у которых корни могут образовываться даже на плодоножках. Способность огурцов образовывать дополнительные корни широко используется в производственной практике при так называемом «омоложении» растений, особенно в условиях защищенного грунта.

## РОСТ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ

Растения огурцов первые 15—20 дней растут относительно медленно. Семядоли, появившиеся при всходах над поверхностью почвы, растут в течение 7—10 дней. Через 5—6 дней после появления всходов образуется первый настоящий лист, через 8—10 дней после первого — второй, через 3—4 дня — третий. Стебель в первые дни после всходов также растет медленно.

Через 20—25 дней после появления всходов растения огурцов имеют лишь 5—7 листьев, высота их не превышает 7—8 см. Затем, после того как корневая система разовьется в достаточной степени, наступает быстрое усиление роста листьев и стеблей. Вначале каждый новый лист появляется в течение двух дней, потом каждый день, а затем в течение дня появляются два новых листа; прирост стебля достигает 2 см в сутки. Такой бурный рост растений продолжается в течение 1,5—2 месяцев, т. е. до начала плодоношения. Рост идет не только за счет нарастания верхушечной почки, но и вставочно, путем удлинения междоузлий.

По данным В. И. Эдельштейна (1962), за период с 7-го по 17-й день после всходов средний дневной прирост ассимиляционной поверхности (сорт Муромский) колеблется от 4 до 20 см<sup>2</sup> на одно растение, а общая ассимиляционная поверхность увеличивается на 200 см<sup>2</sup>; за период с 17-го по 42-й день прирост увеличивается от 20 до 40 см<sup>2</sup>, а общая поверхность растения увеличивается на 1010 см<sup>2</sup>. Между 42-м и 62-м днем вегетации средней дневной прирост ассимиляционной поверхности растения возрастает от 40 до 535 см<sup>2</sup>, а общая площадь листьев достигает 11 932 см<sup>2</sup>.

После образования 4—6 листьев у скороспелых сортов и 6—8 листьев у позднеспелых на главной плети растений образуются боковые побеги первого порядка, на них побеги второго порядка и т. д.

В период наиболее сильного ветвления суточный прирост главного стебля со всеми разветвлениями достигает 60—90 см, а у некоторых сортов 185—190 см (Габаев, 1932).

У длинноплетистых сортов огурцов главная плеть растений может достигать 1,5—2 м. Селекционным путем получен также ряд кустовых и детерминантных форм огурцов (Ефимов, 1960; Галченко, 1961; Ткаченко и др., 1963). У отдельных кустовых растений длина стебля не превышает 20 см, а у детерминантных форм рост прекращается над 10—12-м узлом. Имеются и полукультурные кустовые формы огурцов: Индийский богарный, Лемон, Кристальное яблоко и др. (Филов, 1957).

Форма и размер листьев, а также ряд других признаков растений огурцов с возрастом меняются. Как правило, пер-

вые листья имеют меньший размер, чем последующие. К концу вегетации в последней части главного стебля и на боковых плетях отрастающие листья снова имеют меньший размер. Первые листья обычно менее рассеченные, чем листья последующих порядков.

Цитологические исследования старения клеток листьев огурцов в связи с их общей возрастной, проведенные Ф. С. Гурецкой (1950, 1952), показали, что разновозрастные листья различаются также по строению тканей. Листья первого яруса более толстые и имеют большую высоту слоя губчатой паренхимы, чем листья пятого яруса. В листьях 19-го яруса толщина губчатой паренхимы вновь увеличивается. Отношение высоты слоя палисадной ткани к слою губчатой паренхимы увеличивается в листьях пятого яруса по сравнению с листьями первого яруса и снова уменьшается в листьях 19-го яруса. С возрастанием порядка яруса увеличивается высота клеток верхнего эпидермиса и уменьшаются межклетники в губчатой и палисадной ткани. Отмечены также различия в строении и деятельности клеточных органелл (ядер, ядрышек, хлоро- и лейкопластов и пр.).

Для каждого вида и сорта растений характерен свой особый темп и энергия роста, которые обусловлены их наследственными свойствами. Наряду с этим необходимо отметить, что на рост огурцов очень большое влияние оказывают условия внешней среды (температура и влажность почвы и воздуха, условия освещения, воздушного и почвенного питания и пр.) и различные факторы искусственного воздействия на растения (искусственное регулирование роста, воздействие химическими препаратами и пр.).

### ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФАЗ ВЕГЕТАЦИИ

О скорости онтогенетического развития растений можно судить по времени наступления и длительности прохождения фаз вегетации и этапов органогенеза.

Исследование онтогенетического развития различных сортов огурцов, проведенное в Московской области (Белик, 1958—1967), позволяет отметить, что сорта отличаются один от другого в основном продолжительностью первого периода вегетации, т. е. от всходов до цветения (табл. 119).

Как видно из табл. 119, у всех изучаемых сортов огурцов наиболее длительным периодом жизни до наступления плодоношения является период роста вегетативных органов (от всходов до цветения). В этот период отмечаются и наибольшие различия между сортами. Период образования и роста плодов до степени технической зрелости значительно короче, причем между сортами больших различий в длительности прохождения фаз вегетации в этот период жизни рас-



Длительность фаз вегетации растений, формирования плодов  
и урожайность различных сортов огурцов  
(средние данные за 1959—1961 гг.)

Сорта	Продолжительность фаз вегетации, дни			Общий урожай, ц/га	Ранний урожай	
	посев— всходы	всходы— цветение женских цветков	цветение женских цветков— первый сбор плодов		ц/га	% к общему урожаю
Муромский 36 . . . . .	6	40	8	183,2	104,2	56,9
Алтайский ранний 166	6	41	8	284,5	153,1	53,8
Азовка 5 . . . . .	5	45	8	262,2	137,7	52,5
Астраханский 136 . . . . .	6	43	9	213,9	94,0	43,9
Чернобривец 48 . . . . .	6	48	6	193,5	91,7	47,4
Неросимый 40 . . . . .	6	47	7	223,9	93,4	41,7
Донской 175 . . . . .	6	50	9	194,1	66,3	34,1

тений не имеется. Так, у различных сортов период от всходов до зацветания первых женских цветков находился в пределах 40—50 дней, т. е. различие между сортами достигало десяти дней. В то же время разница в продолжительности второго периода вегетации (от начала цветения женских цветков до первого сбора плодов) между разными сортами находилась лишь в пределах трех дней.

При определении скороспелости огурцов наряду с длиной вегетационного периода учитывается также дружность отдачи плодов, т. е. величина раннего урожая, которая в значительной степени зависит от соотношения и количества мужских и женских цветков и характера их размещения на растении (порядка побегов и узлов, на которых формируются цветки).

Ряд сортов, таких, например, как Муромский 36, Алтайский ранний 166, Азовка 5 и Астраханский 136, по длине периода вегетации очень близки между собой: различия между этими сортами в продолжительности отдельных фаз и всего периода вегетации при благоприятных условиях выращивания обычно не выходят за пределы трех-четырех дней. Однако если посмотреть величину общего урожая и количество ранней продукции по этим сортам, то видно, что нельзя признать их одинаковыми по скороспелости. Наиболее скороспелыми оказываются сорта северного происхождения: Муромский 36 и Алтайский ранний 166, а также сорт Азовка 5, которые к середине августа отдали более половины урожая. Такие же сорта, как Астраханский 136, Чернобривец 48 и Неросимый 40, нельзя признать скороспелыми в условиях центральной полосы, хотя по длине вегетационного периода

они мало отличаются даже от самых ранних сортов — по дружности отдачи плодов, по величине раннего урожая они уступают им (см. табл. 119).

При оценке скороспелости и общей продуктивности сортов огурцов большое значение имеет также длительность периода плодоношения (от первого до последнего сбора плодов), поскольку от нее в значительной степени зависит общий урожай. Безусловно, у разных сортов различна и длительность этого периода, на нее в сильной мере влияют метеорологические условия и применяемая агротехника. Чаще всего, особенно в центральной и северной полосе СССР, плодоношение ограничивается первыми осенними заморозками.

Период плодоношения у некоторых сортов огурцов, особенно в южных зонах с длинным безморозным периодом, по продолжительности нередко превышает период *всходы — начало плодоношения*. Например, по данным Э. Т. Мещерова (1960), у сортов Алтайский ранний 166, Неросимый 40 и Вязниковский 37 период от всходов до первого сбора плодов колеблется в пределах 37—58 дней, а период плодоношения — от 20 до 80 дней. У южных сортов Азовка 5, Бостонский, Победитель, Донской 175 первый период вегетации (*всходы — начало плодоношения*) длится от 39 до 64 дней, а период плодоношения равен 36—90 дням. Еще большая разница у тепличных сортов, где период от всходов до первого сбора плодов равен 55—90 дням, а период плодоношения длится иногда почти до 200 дней.

В семеноводческой работе с огурцами важное значение имеет длительность периода биологического созревания плодов (от образования завязи до созревания семян), по которому сорта значительно различаются. Например, этот период у огурца Муромского 36 равен 35—40 дням, в то время как у Нежинского 12 он равен 55—65 дням (Мещерев, 1960). Для северной зоны особенно важно иметь формы огурцов, у которых быстро проходит период созревания плодов. Правда, это не всегда желательно с потребительской точки зрения, однако при этом будет возможность и в северных районах получать высококондиционные, вполне вызревшие семена, что, к сожалению, пока не всегда удается. Такие сорта, у которых семенники созревают длительное время, в северной зоне дают недостаточно вызревшие семена. Семена этих сортов, по-видимому, целесообразно выращивать в южной зоне, где имеются необходимые условия для их вызревания.

#### ЭТАПЫ ОРГАНОГЕНЕЗА

О возрастном состоянии растений можно судить по органообразовательным процессам.

Изучение процессов органообразования у растений нача-

то и широко развернуто в Московском государственном университете Ф. М. Куперман с сотрудниками сначала на зерновых, а впоследствии на многих других культурах. В результате исследования процессов органогенеза у зерновых культур Ф. М. Куперман (1961) было отмечено 12 основных этапов органогенеза.

При изучении органогенеза у огурцов было отмечено, что формирование вегетативных органов и цветков у растений этой культуры проходит в основном те же этапы, что и у злаковых растений, но с некоторыми особенностями.

Приведем краткое описание основных этапов органогенеза растений огурцов (рис. 33) (Львова, Сакович, 1958, 1962; Куклина, 1958 и др.).

*Первый этап органогенеза* включает время от прорастания семян до выхода семядолей на поверхность почвы. В период прорастания семян конус нарастания плоский, а перед выходом семядолей на поверхность становится выпуклым, размер его достигает 0,14—0,16 мм.

При появлении всходов конус нарастания увеличивается до 0,18—0,20 мм и начинается его дифференциация — образование первых листовых валиков и сближенных междоузлий (*II этап органогенеза*), а затем и валиков вторичной меристемы в пазухах листьев (*III этап органогенеза*, который наблюдается только у медленно развивающихся сортов или при задержке развития).

Ко времени появления первого настоящего листа число листовых валиков достигает 5—7, а в пазухе первого листа и зачатков 2-го и 3-го листьев появляются цветочные бугорки (*IV этап органогенеза*). При этом цветочные бугорки у скороспелых сортов (например, Муромский) образуются в момент появления первого листа, а у средне- и позднеспелых — во время его развертывания.

С появлением 2-го листа, а у скороспелых сортов иногда и раньше, происходит дифференциация генеративных бугорков — закладка, а затем и формирование отдельных частей будущего цветка (*V этап органогенеза*) (рис. 34).

*Шестой этап органогенеза* начинается после образования материнских клеток пыльцы в пыльниках мужских цветков, которые затем превращаются в зерна. В каждой семязпочке женского цветка развивается материнская клетка зародышевого мешка. Этот этап у скороспелых сортов проходит в фазе второго листа, а у позднеспелых — с появлением третьего листа.

*Седьмой этап* начинается с окончания формирования облоочки у пыльцы мужских цветков и интенсивного роста рыльца и столбика в женских цветках. В течение этого этапа органогенеза появляются очередные 2—3 листа, цветок увеличивается в размере, появляются лепестки.

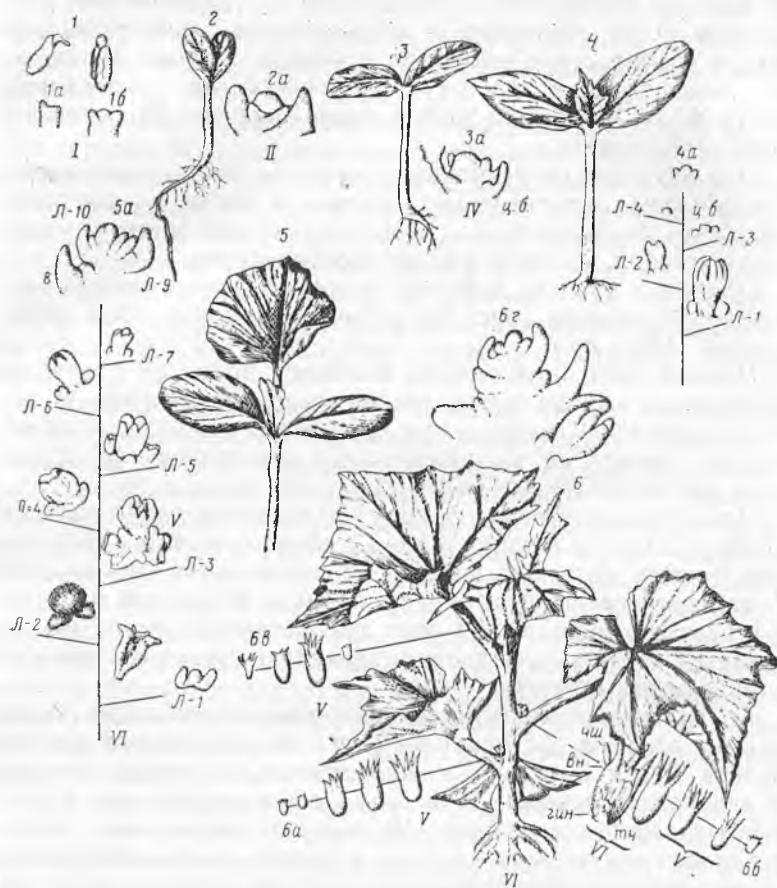


Рис. 33. Фазы роста и этапы органогенеза огурца (сорт Вязниковский 37);

1 — фаза прорастания, 1а — конус нарастания в начале прорастания семени, 1б — то же в конце прорастания; 2 — фаза появления всходов, 2а — дифференциация конуса нарастания на листовые валики и укороченные междоузлия (II этап органогенеза); 3 — фаза появления первого листа, 3а — появление цветочных бугорков в пазухах листьев (IV этап органогенеза); 4 — фаза развертывания первого листа, 4а — схема расположения зачаточных цветков на растении: наиболее развитой цветок за первым листом дифференцирован на чашечку и венчик, наименее развитые — за третьими и четвертыми листьями представлены цветочными бугорками; 5 — фаза развертывания второго листа, 5а — схема расположения зачаточных цветков на растении: за первым листом расположен конус нарастания боковой плети и цветок на IV этапе органогенеза, за вторым листом — цветок на V этапе органогенеза, за третьим листом — цветок с зачаточными бугорками тычинок и плодolistиков (IV этап), за 4, 5, 6 и 7-м листьями — наиболее развитые цветки бокаловидной формы, за 8, 9 и 10-м листьями — цветочные бугорки; 6 — фаза шестого листа, 6а — цветки за вторым листом, 6б — цветки за третьим листом на V и VI этапах органогенеза, 6в — цветки за шестым листом, 6г — конус нарастания и прилежащие к нему зачаточные листья и цветки.

Обозначения: Л-1, Л-2, ... — порядковые номера листьев на растении, чш — чашечка, вн — венчик, тч — тычинки, гнч — редуцированные бугорки плодolistиков, 4. б. — цветочный бугорок (по И. Н. Львовой, И. С. Сакович, 1962)

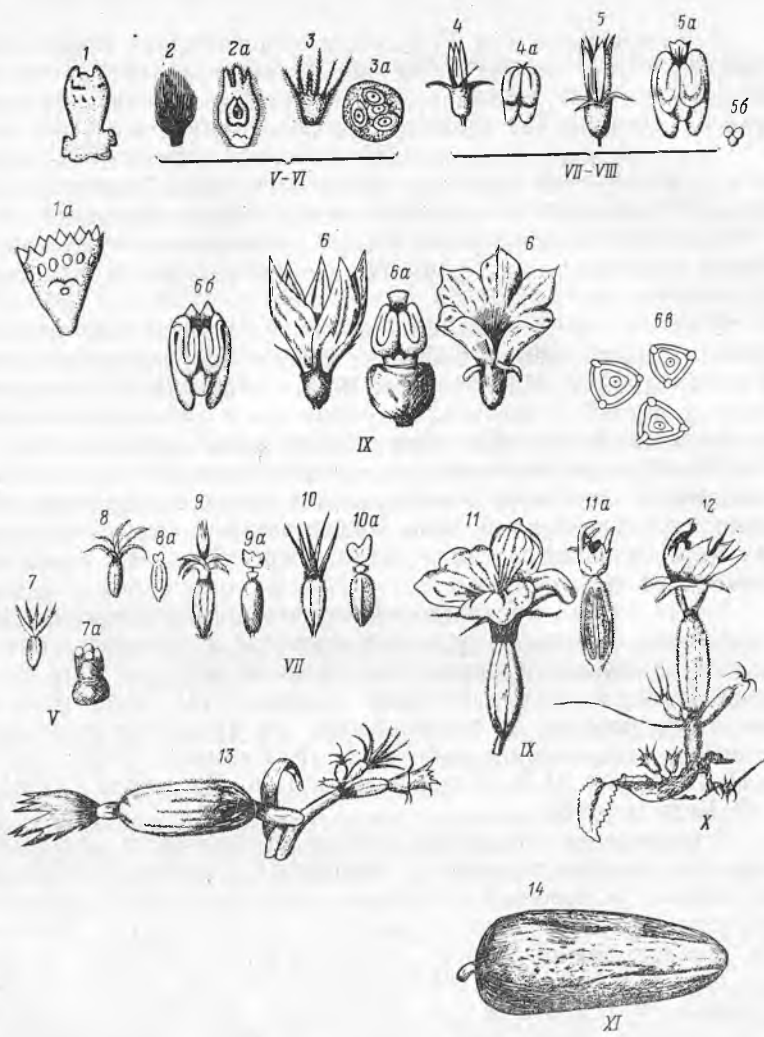


Рис. 34. Формирование тычиночного и пестичного цветков огурцов (сорт Вязниковский 37):

1-6 — тычиночный цветок: 1 — появление генеративных бугорков, 1а — внутреннее строение (начало V этапа органогенеза); 2 — цветок в период формирования пыльников (продолжение V этапа органогенеза); 2а — продольный срез (схема); 3 — фаза появления венчика (VI этап органогенеза), 3а — тетрада; 4 — фаза зеленого венчика (VII этап органогенеза); 4а — строение пыльников; 5 — фаза желтого венчика (VIII этап органогенеза); 5а — строение пыльников; 5б — редуцированные бугорки плодолистиков; 6 — фаза раскрытия цветка, 6а — тычинки цветка, 6б — сросшиеся пыльники, 6в — пыльца (IX этап органогенеза).

7-14 — пестичный цветок: 7 — в период появления семечек, 7а — рыльце; 8 — после деления материнских клеток зародышевого мешка (VI этап органогенеза) начался интенсивный рост покровных органов цветка и появился снаружи венчик, 8а — схема продольного разреза через цветок; 9-10 — фаза зеленого венчика (VII этап органогенеза), 9а и 10а — вытягивание столбика рыльца; 11 — раскрытие цветка (IX этап органогенеза), 11а — продольный срез через цветок; 12 — оплодотворенный цветок; 13 — начало формирования плода; 14 — плод (XI этап органогенеза) (по И. Н. Львовой, И. С. Сакович, 1962)

В дальнейшем (на VIII этапе органогенеза) происходит усиленный рост стебля растений, количество листьев увеличивается до 5—7, удлиняется цветоножка цветка, меняется окраска венчика (из зеленой она переходит в желтую).

Девятый этап органогенеза наступает в фазе 6—8 листьев, когда зацветает наиболее развитый мужской или женский цветок. Пыльники у мужского цветка растрескиваются.

Десятый — двенадцатый этапы органогенеза характеризуются ростовыми и формообразовательными процессами плодов и семян.

В течение всей дальнейшей жизни у растений огурцов проходит непрерывная дифференциация верхушечного конуса нарастания с образованием новых междоузлий, листьев, боковых плетей и цветков, находящихся в зависимости от их местоположения на стебле на разных этапах органогенеза.

Отмеченная закономерность в формировании органов наблюдалась у всех изучавшихся сортов огурцов. Сортвые различия характеризуются лишь неодинаковой длительностью фаз формирования органов (этапов органогенеза) у разных по скороспелости сортов.

Длительность прохождения этапов органогенеза, а следовательно, и скорость развития растений в сильной степени зависят не только от скороспелости последних, но и от факторов внешней среды, особенно температуры. Значительная роль температуры в прохождении органообразовательных процессов отмечается в работах С. Ф. Вашенко (1954, 1959), И. Н. Львовой, И. Ю. Глазачевой и Т. К. Пыхтиной (1961), В. Ф. Белика (1967).

Установление отдельных этапов органогенеза, изучение скорости их прохождения у различных сортов и гибридов при разных условиях агротехники и при различных метеорологических условиях могут оказать значительную помощь как в селекционной работе, особенно при выведении скороспелых и устойчивых к неблагоприятным метеорологическим условиям сортов, так и при разработке различных приемов возделывания тыквенных культур. Поэтому селекционерам и агротехникам при создании новых сортов, разработке и оценке режимов орошения, питания и других приемов выращивания тыквенных культур следует шире использовать методы биологического контроля за ростом и развитием растений, в частности, применять оценку сортов и агротехнических приемов при помощи морфогенетического анализа.

## ЦВЕТЕНИЕ И ОПЛОДОТВОРЕНИЕ

Растения огурцов — однодомные, как правило, с раздельнополыми цветками и являются типичными перекрестноопылителями. Имеются также формы с частичной двудомностью.

некоторые из них имеют преобладающее количество женских цветков. Значительное количество форм с растениями женского типа имеются в Японии, Южном Сахалине и других районах Востока (Ткаченко, 1940).

Цветение растений обычно начинается с нижних цветков. Первыми распускаются мужские цветки соцветий, расположенных в пазухах нижних листьев главного стебля (у скороспелых сортов — в пазухах 2—3-го листа, у позднеспелых — 7—12-го листа). Затем цветут первые цветки последующих соцветий и следующие цветки первого соцветия; цветение постепенно распространяется снизу вверх и с главного стебля на стебли первого, а затем и последующих порядков.

У скороспелых сортов огурцов цветение начинается примерно через 30—40 дней, у позднеспелых — через 45—60 и более дней после появления всходов. При этом скорость наступления цветения в сильной степени зависит от условий выращивания и особенно температуры почвы и воздуха: высокие температуры (25—35°) ускоряют время наступления цветения, пониженные — замедляют.

Цветки огуречных растений недолговечны: например, в условиях Московской области они раскрываются в 6—7 час утра и весь день остаются открытыми, а на второй-третий день уже закрываются. Еще через 1—2 дня мужские цветки засыхают и опадают. Неоплодотворенные женские цветки могут сохранять свежий венчик до 4 суток. В южных зонах выращивания цветки начинают раскрываться в 4—5 час утра, в течение 5—8 час остаются открытыми, а с полудня в наиболее жаркое время начинают завядать. Осенью срок жизни отдельных цветков удлиняется до 2,5—3 суток.

В условиях Крайнего Севера (в теплицах) мужские цветки огурцов сохраняют жизнеспособность от 16 до 38 час с момента раскрытия, а женские — до 48 час (Тульженкова, 1958). Однако оплодотворение происходит наиболее успешно в первые (утренние) часы в день раскрытия цветка.

Рыльца женских цветков бывают готовыми к восприятию пыльцы еще до распускания цветков. Имеются данные о том, что при искусственном опылении оплодотворение может происходить уже за 1—2 дня до раскрытия венчика (Tiedjens, 1928; Чижов, 1959). Частичное оплодотворение происходит и при опылении готовой пылью женских цветков через сутки после их зацветания.

Пыльца мужских цветков огурцов созревает не менее как за 42 час до цветения (Tiedjens, 1928) и может сохранить жизнеспособность в течение трех дней (Ткаченко, 1940). Однако пыльца наиболее жизнеспособна в первые часы цветения цветка (Якимович, Шереметевский, 1938) и в том случае,

если она формируется при температуре около 20—30° (Белик, Козинер, 1963, 1964).

При снижении температуры до 14—17° жизнеспособность пыльцы у отдельных сортов огурцов снижается до 25%, а при температуре 7—12° она почти полностью теряется. У гетерозисных гибридов первого поколения высокая жизнеспособность пыльцы была отмечена и при пониженной до 14—17° температуре воздуха (Белик, Козинер, 1964, 1967).

Цветение огурцов может проходить при температуре 14—16°, растрескивание пыльников начинается при 16,5—17°, а оптимальной для этого процесса является температура 18—21°. Если накануне цветения и утром в день цветения была холодная погода (ниже 15,6°), цветки раскрываются плохо, но пыльники могут лопнуть и при полуоткрытых цветках (Seaton, Kremer, 1939; Hayase, 1955).

В условиях юга пониженная температура и повышенная относительная влажность воздуха благоприятствуют опылению и оплодотворению цветков огурцов. В более северных условиях лимитирующим фактором для успешного опыления и оплодотворения является недостаточно высокая температура воздуха в период цветения.

Среди огурцов встречаются формы, для которых характерно наследственное явление образования плодов без оплодотворения — партенокарпия. К ним относятся главным образом поздние формы с крупными, сильно удлинёнными завязями и плодами; такие формы (сорта Телеграф, Спотрезистинг и др.), как правило, выращиваются в тепличных условиях. Под действием определенных неблагоприятных условий, например засухи, явление партенокарпии может иметь место и у мелкоплодных сортов (Якимович, Шереметевский, 1938; Боос, 1957). Партенокарпию можно вызвать и искусственно, например, путем опрыскивания рылец цветков 1% раствором нафтилуксусной кислоты, или же нанося это вещество в ланолиновой пасте (1—5%) на рыльца цветков (Wong, 1939).

Мужских цветков у огурцов обычно значительно больше, чем женских, причем на различных частях растений соотношение цветков различных типов не одинаково. Максимальное преобладание мужских цветков наблюдается на главном стебле.

Чем выше порядок плетей и чем дальше от основания плети, тем больше становится женских цветков (Currence, 1932; Якимович, Шереметевский, 1938; Тихонова, Морщихина, 1958). Так, у сорта Муромский на всем растении соотношение мужских и женских цветков равно 3:1; у сорта Вязниковский — 6,2:1; у Неросимого — 3,7:1; на побегах второго порядка это соотношение несколько смещается в сторону уве-



личения числа женских цветков: у сорта Муромский оно равно 1,7 : 1; Вязниковский — 4,6 : 1; Неросимый — 2,5 : 1 (Якимович, Шереметевский, 1938).

Соотношение полов у цветков огурцов в сильной степени зависит от условий внешней среды (температуры, условий освещения, углеродного и минерального питания и пр.). Изменяя факторы внешней среды, можно вызвать интенсивное образование женских цветков, а следовательно увеличить урожай, что широко используется овощеводами в сельскохозяйственной практике. Для этого применяются дополнительные подкормки углекислотой, прищипки растений, окуливание угарным газом и др. Удлинение светового дня путем применения дополнительного освещения и регулирования сроков сева способствует усиленному образованию мужских цветков. Рассеянный свет снижает количество женских цветков, а сокращение светового дня до 6 час — количество мужских цветков (Tiedjens, 1928).

Отмечена зависимость соотношения мужских и женских цветков от срока посева огурцов в теплицах (Edmond, 1930). При зимнем посеве в условиях низкой интенсивности света в комбинации с коротким днем растения вегетируют слабо, при этом резко снижается количество мужских цветков и увеличивается число женских; при длинном летнем дне образуются мощные растения с крупными листьями, большим количеством мужских цветков и малым количеством женских. Показано (Nitsch и др., 1952), что высокие температуры и длинный день приводят к удержанию почек в мужской фазе, а короткий день и низкая температура вызывают более раннее наступление женской фазы цветения. Аналогичное влияние температуры и длины дня на проявление пола огурцов отмечено в ряде работ японских исследователей (Ito, Saito, 1957a, b, c). Показано, что опрыскивание сеянцев огурцов во вторую декаду их роста раствором нафтилуксусной кислоты вызывает усиление образования женских цветков даже при неблагоприятных для этого процесса тепловом и световом режимах.

Влияние ростовых веществ на соотношение мужских и женских цветков и рост растений отмечено также в ряде других работ (Laibach, Kribben, 1950; Podešva, 1956).

На процессы формирования генеративных органов огурцов оказывает влияние метиленовая синь (Наугольных, Видулина, 1955). Замачивание семян огурцов в течение 24 час в 0,01% растворе метиленовой сини стимулирует образование мужских цветков, а замачивание в растворе более высокой концентрации (0,03%) усиливает образование женских цветков и завязей, что в свою очередь способствует повышению урожая. Физиологическое влияние метиленовой сини проявлялось в увеличении накопления углеводов в листьях,

повышении энергии фотосинтеза и изменении свойств плазмы в сторону повышения ее физиологической активности.

Имеются также некоторые данные о влиянии биогенных стимуляторов (Цытович, 1957, Безхлібний, 1960) и стимуляторов роста (Shifriss, Galun, 1956; Galun, 1956, 1959) на рост, развитие и проявление пола у огурцов.

Показано, что усиления образования женских цветков можно добиться, воздействуя на растения огурцов ацетиленом (Механик, 1958; Мещеров, 1960а, 1961). Например, 110-часовое выдерживание растений в атмосфере воздуха, содержащей 2—3% ацетилена, приводило к резкому изменению соотношения женских и мужских цветков. У растений, обработанных ацетиленом, цветение началось на 2—3 дня раньше по сравнению с необработанными и даже на главной плети вначале появлялись только женские цветки. В целом на опытных растениях женских цветков было в два раза больше по сравнению с контрольными.

Значительное влияние на рост растений и характер проявления пола могут оказать также условия минерального и углеродного питания.

Установлено, что калий, внесенный в составе полного минерального удобрения, особенно в виде  $KCl$ , повышает процент растений с женскими цветками (Родников, 1948). Смещение пола у огурцов может быть вызвано изменением системы питания растений азотом. Показано, что дробное трехкратное внесение сернокислого аммония способствует ускорению развития молодых растений, усилению накопления углеводов, снижению образования белков и увеличению количества женских цветков (Минина, 1938). Имеются данные (Ito, Saito, 1956, 1957, 1958), показывающие, что обильное азотное питание, вызывая рост растений, задерживает образование женских цветков, что особенно заметно при недостатке влаги в почве; снижение количества азота при недостаточном количестве влаги приводит к более низкому заложению на растениях первых женских цветков (т. е. повышается скороспелость растений).

Фосфор, бор, калий влияют на формирование генеративных органов растений, выращиваемых в теплице (сорт Клинский): они способствуют усиленному образованию цветков, особенно женских, чем обуславливают повышение урожая (Карелина, 1959).

На развитие растений и соотношение мужских и женских цветков оказывает влияние и рН среды. По данным С. И. Алешина, М. Т. Ястребова и Н. В. Филипповой (1953) при рН 5,9—6,1 растения огурцов развивались нормально и равномерно; на щелочном фоне (рН 7,2—7,4) растения имели более мощную вегетативную массу, темно-зеленую окраску листьев и нормальный рост; на кислом фоне (рН 4,0—4,5)

рост растений угнетался, листья оставались недоразвитыми. Цветение раньше всего начиналось у растений, выращенных на почве с нейтральной средой, затем у растений, выращенных на почве со щелочной и позже всего — с кислой средой. При этом соотношение мужских и женских цветков было равно 0,3—1,9 (нейтральная среда); 1,8—4,4 (щелочная среда); 1,4—7,0 (кислая среда). Полученный урожай составил: 1789 г с 1 м<sup>2</sup> на нейтральной среде и 426 г на щелочной среде; растения, выращенные на кислой почве, урожая не дали.

Имеются также некоторые данные о стимулирующем действии на рост, развитие и продуктивность огурцов электрического поля высокого напряжения (Калинин, 1933), облучения семян ультрафиолетовыми лучами (Харламов, 1933) и гамма-лучами (Кузин, 1960).

В производственной тепличной культуре огурцов широко известен прием «копчения» растений угарным газом, который представляет собой продукт неполного сгорания и сухой перегонки дерева. Угарный газ способствует усилению образования женских цветков. Как установлено Е. Г. Мининой (1952), воздействие в этом случае оказывают входящие в состав угарного газа окись углерода и этилен. Под влиянием различных концентраций окиси углерода или этилена можно изменять время появления мужских и женских цветков и соотношение их числа. В опытах Е. Г. Мининой при воздействии в течение 216 час на 20-дневные растения огурцов газом, содержащим 0,3% окиси углерода, мужские и женские цветки возникали одновременно, при содержании окиси углерода в количестве 0,5% первые мужские цветки появились через 14 дней, а при 0,1% — через 10 дней после женских. Отношение женских цветков к мужским повышалось при обработке в 10—30 раз. Иногда при действии окиси углерода в концентрации, равной 1%, появлялись только женские цветки. Наиболее сильные сдвиги пола происходили при экспозициях в ночное время. Влияние этилена аналогично действию окиси углерода, причем наиболее сильный сдвиг признаков пола отмечался при концентрации этого газа, равной 0,3%.

Е. Г. Мининой (1952) установлено также, что при воздействии окисью углерода в концентрациях и при экспозициях, вызывающих изменение пола, в растениях происходят глубокие функциональные нарушения. Так, пребывание растений в атмосфере окиси углерода 1%-ной концентрации сопровождается резким снижением интенсивности дыхания (табл. 120).

Одновременно со снижением интенсивности дыхания под влиянием окиси углерода наблюдалось падение общего уровня окислительно-восстановительных процессов. В опытах с трехнедельными растениями огурцов (в фазе трех листьев) показано, что возрастное (календарно) молодые, но физиоло-

гически более старые листья верхнего яруса растений содержали аскорбиновой кислоты меньше, чем листья нижнего яруса, а ее окисленная форма имела только в развернувшихся листьях 3-го яруса. Под действием окиси углерода (1% концентрация, экспозиция в течение 22 час) снизилось содержание восстановленной формы аскорбиновой кислоты (в первом ярусе на 36%, во втором — на 11%), а окисленная форма появилась в листьях всех ярусов.

Таблица 120  
 Действие CO на интенсивность  
 дыхания листьев огурцов

Возраст растений, дни	Продолжительность экспозиции, час	Интенсивность дыхания, CO <sub>2</sub> в см <sup>3</sup> на 1 г сухого вещества в 1 час		Разница, %
		контроль	опыт	
14	118	2,60	1,56	40
24	46	2,30	1,50	34
28	20	1,23	0,93	24
29	14	0,81	0,71	12
29	42	0,81	0,45	43

Под воздействием окиси углерода окислительные процессы и содержание витамина С в растении претерпевают однотипные изменения: ослабление окислительных свойств клеток сопровождается уменьшением количества восстановленной формы аскорбиновой кислоты. Окись углерода вы-

зывает усиление процессов дезаминирования аминокислот, в связи с чем образуются большие количества аммиачного азота, что ведет к подщелачиванию содержимого клеток.

Сопоставлением изменений интенсивности роста и характера проявления пола, происходящих под влиянием воздействия различных веществ (окиси углерода, этилена, синтетических ростовых веществ —  $\alpha$ -нафтилуксусной кислоты, гетероауксина, индолилмасляной кислоты), было установлено, что образование женских цветков находится в обратной корреляции с процессами роста; увеличение концентрации веществ, тормозящих рост, ведет к усилению образования женских цветков и наоборот (Минина, 1952).

Влажность почвы и воздуха также оказывает существенное влияние на проявление пола у огурцов: в условиях повышенной влажности среды у огурцов возрастает количество мужских и женских цветков, причем увеличение количества женских цветков идет более интенсивно, в результате чего соотношение количества мужских цветков к женским резко снижается.

## РОСТ, СОЗРЕВАНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ

Образование и рост плодов у огурцов и количество их на растении зависит как от особенностей сорта, так и условий выращивания (особенно от наличия влаги и питания) всего растения и самих плодов. Большое значение имеет также полнота оплодотворения цветков.

При нормальных условиях выращивания в отсутствие факторов, задерживающих рост плодов, завязи быстро растут и достигают съемной хозяйственной спелости уже на 8—12-й день после оплодотворения (стадия зеленца). Сначала идет более интенсивный рост плодов в длину, затем в ширину.

Дальнейший рост плодов протекает медленнее: период от фазы зеленца до полного созревания семян в плоде в зависимости от сорта и условий выращивания составляет 1—1,5 месяца. Темп роста плодов постепенно замедляется, и, наконец, их рост прекращается. Происходит изменение окраски плодов, появление кислотности, одревеснение семенных оболочек — плод теряет потребительскую ценность.

Одновременно с ростом плодов происходит рост и созревание семян.

Скорость роста и формирования отдельных плодов в сильной степени зависит от количества плодов на растении. Чем больше плодов на растении, тем медленнее они растут. Удаление с растения одного или нескольких плодов усиливает рост оставшихся (Tiedjens, 1928a).

Рост плодов зависит также от их местоположения на растении. При одновременно распустившихся цветках интенсивнее растут те плоды, которые расположены на ветвях более высокого порядка, что происходит благодаря большому притоку к ним питательных веществ. Нарушение нормального оплодотворения приводит к развитию плодов уродливой формы. Так, при внезапной остановке роста во время цветения или при позднем опылении происходит неполное оплодотворение — оплодотворяются только те семяпочки, которые расположены ближе к рыльцу цветка. Эта часть плода разрастается, а часть, находящаяся у плодоножки, остается суженной. При недостаточном питании растений в целом или отдельных плодов развиваются только те семяпочки, которые находятся ближе к плодоножке. В результате этого уродливость плодов проявляется в недоразвитости их верхней части (Tiedjens, 1928a).

Оставление плодов на растении до полного вызревания резко снижает не только рост и урожай зеленца, но влияет на весь характер роста и развития растений: сокращается период плодоотдачи, ослабляется рост и процесс образования новых генеративных органов.

В открытом грунте период плодоношения растений огурцов обычно длится 1,5—2 месяца, а в теплицах значительно дольше, чему способствуют более благоприятные условия выращивания, а также применение так называемого «омоложения» растений — осаживания и засыпки землей нижней части стебля старого растения, на которой затем образуется новая корневая система.

Химический анализ плодов огурцов, находящихся в ста-

дии технической зрелости, показал, что они содержат: около 95—96% воды; 4—5% сухих веществ; 2—2,5% сахаров; 1% белковых веществ; 0,1% жира; 0,4% золы; 0,7% клетчатки. В золе обнаружено около 50% окиси калия, 7,5% окиси кальция, имеются также соли натрия, магния, железа и др. Содержание витаминов невысокое: витамина А содержится 0,20—0,08 мг%; В<sub>1</sub> 0,04—0,10 мг%; В<sub>2</sub> — около 0,04 мг%; аскорбиновой кислоты — около 10—20 мг%.

Химический состав плодов в сильной степени зависит от условий питания растений и особенно от метеорологических факторов. Так, при достаточном количестве осадков содержание аскорбиновой кислоты повышается, достигая у некоторых сортов 20 мг% (Белик, 1958—1967). Колебания в содержании аскорбиновой кислоты в плодах огурцов, обусловленные изменением метеорологических факторов, значительно более сильные, чем сортовые колебания. В то же время содержание сухого вещества более устойчиво (табл. 121).

Таблица 121

Содержание сухого вещества и аскорбиновой кислоты в плодах некоторых сортов огурцов

Сорт	Сухое вещество		Аскорбиновая кислота, мг%	
	1959 г.	1960 г. (холодное лето)	1959 г.	1960 г. (холодное лето)
Астраханский 136 . . . . .	4,0	3,8	18,98	11,38
Донской 175 . . . . .	4,4	3,9	18,56	11,42
Чернобривец 48 . . . . .	4,0	4,1	19,95	12,96
Неросимый 40 . . . . .	3,8	3,8	19,80	11,30
Муромский 36 . . . . .	3,9	3,7	17,97	9,70
Алтайский ранний 166 . . . . .	3,7	3,0	18,89	11,81

По данным З. И. Корейши (1954), различные по происхождению группы сортов огурцов различаются по химическому составу плодов. Сорта европейской части СССР наиболее богаты витамином С, но имеют небольшое количество пектиновых веществ (4,12—12,29%) и клетчатки (6,03—18,57%) в пересчете на сухое вещество.

Сорта восточного происхождения содержат меньше витамина С, чем европейские сорта, но несколько больше пектиновых веществ (4,14—19,91%) и клетчатки (6,80—23,15%). Среднеазиатские сорта еще беднее витамином С (1,29—2,28 мг%) и клетчаткой (6,90—12,73%), но наиболее богаты пектиновыми веществами. Сорта американского и западноевропейского происхождения содержат примерно столько же витамина С, сколько и сорта первых двух групп (около 2—

3 мг%), но имеют очень мало пектиновых веществ (5,10—7,58%) и много клетчатки (13,53—22,11%). Отмечается, что плоды одних и тех же сортов, выращенные в условиях Ленинграда, имеют значительно больше аскорбиновой кислоты (6—9 мг%), чем плоды, полученные под Ташкентом (2,3—1,1 мг%).

В литературе имеется ряд данных о том, что в условиях защищенного грунта плоды огурцов имеют несколько меньше сахаров, аскорбиновой кислоты, клетчатки, калия, кальция, фосфора и железа, чем плоды, выращенные в открытом грунте (Церевитинов, 1949). Плоды раннего сбора имеют больше сухих веществ и сахара, чем плоды поздних сборов (Мурри, 1961). Усиленный азотный агрофон при выращивании огурцов способствует накоплению азотистых веществ в плодах, но несколько снижает синтез углеводов в сравнении с бедным по азоту агрофоном (Афанасьева, 1940). Под действием извести в плодах огурцов возрастает количество сухих веществ и аскорбиновой кислоты (Сапун, 1940). Имеется ряд данных о положительном действии микроэлементов на урожай и качество плодов огурцов (Афанасьева, 1940; Гиляровский, Чернов, 1940; Миронова, 1953).

#### **ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА РОСТ, РАЗВИТИЕ И НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ РАСТЕНИЙ ОГУРЦОВ**

Следует отметить, что длина периода вегетации и продолжительность его отдельных фаз у разных сортов огурцов, так же как и у других видов растений, не является постоянной, а меняется в зависимости от метеорологических условий. При этом различные сорта в разной степени реагируют на воздействия внешней среды. В качестве примера, подтверждающего настоящее положение, приведем данные фенологических наблюдений, проведенные в различные по метеорологическим условиям 1961 и 1962 гг. по четырем резко контрастным сортам огурцов (Белик, Соломина, Тюрина, 1966).

Вегетационный период 1961 г. по температурным условиям был благоприятным для огурцов (среднесуточная температура в июне и июле была равна 19,1 и 20,1°). Растения всех сортов нормально росли и развивались и через 55—59 дней у растений всех исследуемых сортов началось плодоношение. Разница по длине периода вегетации между сортами в этих условиях была незначительная, причем три скоропелых сорта начали плодоносить одновременно (табл. 122).

Лето 1962 г. было холодное, очень неблагоприятное по температурным условиям для вегетации огурцов (средняя температура в июне 13,4°, а в июле 15,8°). Задержалось развитие растений всех сортов, в особенности южного позднеспелого сорта.

Развитие огурцов различных сортов в разные по метеорологическим условиям годы

Сорта	Число дней от посева до				
	появления всходов		цветения		первого сбора плодов
	1961 г.	1962 г.	1961 г.	1962 г.	
Муромский 36 . . . . .	7	11	43	56	55
Алтайский ранний 166 . . . . .	7	11	44	58	55
Астраханский 136 . . . . .	7	11	46	60	55
Донской 175 . . . . .	8	15	49	72	59

лого сорта Донской 175. В этих условиях появление всходов скороспелых и более холодостойких сортов (Муромский 36, Алтайский ранний 166 и Астраханский 136) задержалось на 4 дня, а сорта Донской 175 — на 7 дней по сравнению с 1961 г. Цветение женских цветков у скороспелых сортов задержалось на две недели, а у сорта Донской 175 — на 23 дня. Формирование плодов в 1962 г. также происходило очень медленно. К концу вегетации (через 90 дней после посева) удалось получить плоды лишь у наиболее скороспелого и холодостойкого сорта Муромский 36. У сорта Алтайский ранний 166 и Астраханский 136 образовались только единичные завязи, а у сорта Донской 175 их совсем не было.

Таким образом, различные сорта огурцов по-разному реагируют на изменение метеорологических условий (в частности, по-разному меняется у них длина периода вегетации). Поэтому при характеристике сортов по скороспелости следует указывать, для каких условий, к каким районам относится эта характеристика. Будучи в одном районе скороспелым, один и тот же сорт в других условиях может быть средне- и даже позднеспелым сортом.

В качестве примера действия метеорологических условий на рост растений огурца приведем результаты наблюдений за интенсивностью и силой роста различных сортов огурцов, проведенных под Москвой в годы, контрастные по погодным условиям (Белиж, Соломина, Тюрина, 1966). Как мы отмечали, 1962 год был крайне неблагоприятен для выращивания огурцов, с холодным дождливым вегетационным периодом; 1963 год был неблагоприятен в первый период вегетации и относительно благоприятен во второй период; 1964 год был благоприятным по метеорологическим условиям (табл. 123).

Как видно из данных табл. 123, метеорологические условия оказывают решающее влияние на ростовые процессы рас-



Таблица 123

Рост и накопление сухого вещества растениями огурцов, выращенными в контрастные по метеорологическим условиям годы

Показатели (в пересчете на одно растение)	Алтайский ранний 166			Донской 175		
	1962 г. 10—15/IX	1963 г. 10/IX	1964 г. 2—5/IX	1962 г. 10—15/IX	1963 г. 12/IX	1964 г. 2—5/IX
Длина главного побега, см . . . . .	11,3	24,0	56,1	17,5	75,5	85,1
Число боковых побегов . . . . .	0	0,2	2,5	0	2,3	3,4
Длина боковых побегов, см . . . . .	—	0,8	59,5	—	62,4	69,9
Общая длина всех побегов, см . . . . .	11,3	24,8	115,6	17,5	137,9	155,0
Число листьев . . . . .	5,4	9,3	26,6	3,9	24,4	35,0
Площадь листьев, см <sup>2</sup> . . . . .	104,7	238,1	675,8	181,9	1030,6	1575,5
Средний вес, г:						
стеблей . . . . .	5,6	—	52,3	12,3	—	140,7
листьев . . . . .	3,7	—	41,2	10,8	—	66,7
всей надземной части растения	9,3	—	93,5	23,1	—	207,4
Средний вес сухого вещества, г:						
стеблей . . . . .	0,7	—	6,4	1,5	—	12,6
листьев . . . . .	0,7	—	8,1	1,4	—	12,7
всей надземной части растения	1,4	—	14,5	2,9	—	25,3
Содержание сухого вещества в растении, % . . . . .	15,1	—	15,5	12,3	—	12,2

тений огурцов. В благоприятном 1964 году длина главного побега у растений огурцов испытываемых сортов была почти в пять раз, а общая длина побегов в десять раз больше, чем в неблагоприятном 1962 году. В 1962 г. ветвления стеблей не наблюдалось, в 1963 г. оно было незначительным, а в 1964 г. общая длина боковых побегов была близкой к длине главного стебля.

Облиственность растений в благоприятные по метеорологическим условиям годы также резко увеличивается. У сорта Алтайский ранний 166 в 1963 г. площадь листьев на растениях была в два раза, а в 1964 г. почти в 7 раз больше, чем в 1962 г. У сорта Донской 175 отмечена еще большая разница между площадью листьев в различные годы.

Такие большие различия в интенсивности ростовых процессов в разные по метеорологическим условиям годы можно объяснить более интенсивным ходом синтетических процессов в растениях при благоприятных метеорологических условиях. Как видно из табл. 123, в 1964 г. каждое растение синтезировало сухих веществ в среднем в десять раз больше, чем в 1962 г. При этом синтезированные пластические вещества использовались в основном на ростовые процессы.

Сорта огурцов южного происхождения при благоприятных метеорологических условиях, как правило, образуют более мощные растения, чем северные, развивают большую ас-

симиляцию поверхность. При неблагоприятных условиях наблюдается обратная картина.

Отрицательное влияние неблагоприятных метеорологических, особенно температурных, условий на рост и развитие огурцов проявляется как в холодные, дождливые годы, так и при неудачном, обычно очень раннем сроке сева. Семена или молодые растения огурцов, попавшие при раннем севе в неблагоприятные температурные условия, длительное время не могут оправиться даже при наступлении благоприятной погоды. В связи с этим растения, высеянные в слишком ранние сроки, имеют более длинный период от посева до начала плодоношения, чем при оптимальных сроках сева.

Минимум температуры (физиологический нуль), необходимый для прохождения растениями огурцов фаз вегетации, экспериментально еще не установлен. Однако практика возделывания этой культуры говорит о том, что при температуре ниже 12—15° растения не развиваются. Эти температуры и являются для огурцов близкими по значению к физиологическому нулю.

Влияние температуры на развитие растений огурцов видно и из данных табл. 124, полученных В. Ф. Беликом (1958—1967 гг.) под Москвой. В этой таблице приводятся сравнительные данные по развитию огурцов, высеянных в различ-

Таблица 124

**Влияние срока сева и температурных условий на развитие огурцов  
(данные 1963 г.)**

Сорта и сроки посева	Алтайский ранний 166			Донской 175		
	21/V	30/V	8/VI	21/V	30/V	8/VI
<b>Показатели</b>						
Дата появления всходов . . . . .	27/V	20/VI	27/VI	27/V	24/VI	1/VII
Дата массового цветения женских цветков . . . . .	29/VII	3/VIII	8/VIII	7/VIII	13/VIII	16/VIII
Дата технической зрелости первых плодов . . . . .	7/VIII	11/VIII	15/VIII	17/VIII	22/VIII	25/VIII
Число дней от посева до:						
массового цветения . . . . .	69	64	60	77	74	68
начала плодоношения . . . . .	78	73	68	88	84	78
Число дней от появления всходов до:						
массового цветения . . . . .	63	43	41	71	49	45
начала плодоношения . . . . .	72	52	49	82	59	55
Сумма биологически активных температур от посева до:						
массового цветения . . . . .	779	756	781	916	911	910
начала плодоношения . . . . .	901	857	912	1047	1025	1069
Сумма биологически активных температур от всходов до:						
массового цветения . . . . .	676	722	696	812	846	775
начала плодоношения . . . . .	798	823	827	943	960	934

ные сроки и температуры, при которых они выращивались. За физиологический нуль условно была принята температура  $15^{\circ}$  и учтены суммы температур выше  $15^{\circ}$  от посева и всходов до массового цветения и плодоношения. Эти суммы температур сопоставляются с длительностью прохождения растениями фаз вегетации при различных сроках сева.

Как видно из приведенных данных, несмотря на резко различные условия прорастания семян, роста и развития растений при различных сроках посева, цветение и плодоношение огурцов наступает лишь при получении определенной суммы физиологически активных среднесуточных температур, различной для разных сортов. В частности, у сорта Алтайский ранний цветение растений отмечено лишь после получения необходимой суммы активных температур, почти независимо от срока посева. Сумма активных температур, необходимая для наступления цветения растений этого сорта, оказалась равной примерно  $760-780^{\circ}$ , считая от даты посева, или  $680-720^{\circ}$  от появления всходов. Плодоношение растений сорта Алтайский ранний 166 началось только после получения растениями суммы активных температур около  $860-910^{\circ}$  со времени посева или  $800-830^{\circ}$  со времени появления всходов. Цветение сорта Донской 175 наступило после получения суммы температур  $910-920^{\circ}$  со времени посева и  $780-850^{\circ}$  со времени появления всходов. Плодоношение этого сорта началось при получении суммы температур около  $1030-1070^{\circ}$  со времени посева или  $930-960^{\circ}$  со времени появления всходов. Эти данные указывают на то, что нет особого смысла стремиться к очень раннему посеву огурцов, поскольку растения не дадут урожая, пока не получат достаточного количества тепла. Однако опаздывать с посевом также нельзя, ибо при поздних сроках сева плодоношение запаздывает, что ведет к снижению величины урожая, особенно в районах с коротким безморозным периодом вегетации.

Ускорение или замедление роста и развития, происходящее под влиянием изменяющихся факторов внешней среды, и прежде всего температуры, связано с физиологическими процессами, идущими в растениях.

Как показали исследования последних лет (Белик, 1963, 1963а, 1966; Белик, Тюрина, 1964, 1965; Белик, Соломина, Тюрина, 1966), изменяющиеся в течение вегетации условия внешней среды оказывают влияние прежде всего на ход физиологических процессов, которые затем ведут к изменению процессов роста и развития.

В этих опытах, проведенных с различными сортами огурцов, прослежены происходящие в онтогенезе растений изменения в содержании аскорбиновой кислоты, принимающей активное участие в окислительно-восстановительных процессах (в частности, в дыхании растений), и изменения в содержа-

нии хлорофилла, от количества которого в значительной степени зависит интенсивность и продуктивность фотосинтеза. Кроме того, определялось содержание сухих веществ, накопленных в результате фотосинтетической деятельности, и вязкость протоплазмы, играющей определенную роль в явлениях устойчивости растений к неблагоприятным условиям внешней среды.

Оказалось, что содержание аскорбиновой кислоты в листьях растений различных сортов огурцов изменяется в процессе онтогенеза. Например, по содержанию восстановленной формы аскорбиновой кислоты в опытах 1961 г. наблюдались два максимума. Значительное накопление аскорбиновой кислоты наблюдалось первый раз в молодом возрасте (от фазы 2—4-го листа до начала бутонизации). Затем, в период от бутонизации до начала цветения, содержание ее резко снижалось. Второй максимум, причем более высокий, отмечался в фазе *цветение — начало плодоношения*. К концу вегетации происходило общее снижение содержания аскорбиновой кислоты в листьях, что, возможно, связано как со старением растений, так и с интенсивным синтезом аскорбиновой кислоты в формирующихся плодах.

Примерно такая же закономерность наблюдалась и в 1962 г. Однако максимумы содержания аскорбиновой кислоты были отмечены в более ранние фазы роста: первый, когда растение было в фазе одного листа, а второй — в фазе цветения.

Наиболее высокое содержание окисленной формы аскорбиновой кислоты было отмечено в 1961 г. в фазе *бутонизация — начало цветения* и в конце вегетации, в то время как в остальные периоды вегетации растений она практически не обнаруживалась. Появление окисленной формы аскорбиновой кислоты у огурцов обычно совпадало со снижением количества восстановленной формы, на основании чего можно предположить, что в данном случае первая образуется за счет второй.

В этих опытах сортовые отличия по содержанию аскорбиновой кислоты более четко проявлялись в неблагоприятный год. Однако в большинстве случаев отмечено повышенное содержание аскорбиновой кислоты в листьях скороспелых сортов северного происхождения (Муромский 36 и Алтайский ранний 166) в сравнении с более позднеспелым сортом южного происхождения (Донской 175). Таким образом, отмечена некоторая корреляция между скороспелостью сортов огурцов и содержанием в их листьях аскорбиновой кислоты.

Максимальное накопление хлорофилла в листьях огурцов было отмечено в период развития генеративных органов (фаза *бутонизация — цветение*). В дальнейшем по мере старения растений количество хлорофилла уменьшалось. В первую по-

ловину вегетации у северных сортов содержание хлорофилла в листьях в большинстве случаев было более высоким, чем у южных сортов. В более поздний период существенных различий между сортами не было отмечено.

Содержание сухих веществ в листьях огурцов также меняется в течение вегетации: будучи высоким у молодых растений, оно несколько снижается в период образования генеративных органов (бутонизация), что, по-видимому, связано с усиленным расходом пластических веществ на ростовые процессы растений и на формирование репродуктивных органов. Затем, в период плодоношения, когда ослабевает рост вегетативных органов, содержание сухих веществ в растениях снова находится на высоком уровне и снижается к концу вегетации, когда растения стареют.

В благоприятные по метеорологическим условиям годы растения южных сортов огурцов накапливают сухие вещества так же энергично, а иногда и более интенсивно, чем северные сорта. В неблагоприятные годы наблюдается обратная картина.

Изучение изменений вязкости протоплазмы в течение вегетации показало, что по мере старения растений она повышается. Как это было отмечено также П. А. Генкелем и К. П. Марголиной (1949), в период цветения растений в ряде случаев происходит временное снижение вязкости протоплазмы. В нормальных для роста и развития растений условиях в первый период вегетации южные, более теплолюбивые, сорта имеют более высокую вязкость протоплазмы, чем северные. Впоследствии существенных различий между сортами не отмечается.

### **ВОЗДЕЙСТВИЕ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ ПУТЕМ ФОРМИРОВАНИЯ КУСТА И ХИМИЧЕСКИМИ ПРЕПАРАТАМИ**

Управление ростом и развитием растений можно осуществлять, либо воздействуя на них факторами внешней среды (изменяя температуру и влажность почвы и воздуха, интенсивность и длительность освещения, состав атмосферы и др.), либо факторами искусственного воздействия (стимуляторами роста и другими препаратами, облучая растения), либо при помощи прищипки, т. е. удаления тех или иных органов. Влияние факторов внешней среды на рост и развитие растений будет рассмотрено в соответствующих разделах. Здесь же остановимся на последних двух путях воздействия на растения.

Проведенные рядом авторов (Эдельштейн, 1931; Шереметевский, 1950, 1956; Спиридонова, 1957; Васильковский, 1962; Авакян, 1965) исследования показали значительную эффективность применения различных приемов формирования куста

у растений тыквенных культур, в частности огурцов. В условиях защищенного грунта формирование куста у растений огурцов получило широкое распространение как обязательный агротехнический прием.

В открытом грунте этот прием практически не применяется. Это связано прежде всего с трудоемкостью проведения работ по прищипке. С другой стороны, овощеводы не всегда верены в эффективность этого мероприятия, поскольку неумелое его применение нередко дает не прибавку, а снижение урожая, не ускорение, а задержку созревания плодов. В ряде случаев опасной является прищипка молодых растений в фазе 4—6 листьев, которая при неблагоприятных условиях выращивания может задержать развитие растений (на время, необходимое для восстановления процессов роста), что при коротком вегетационном периоде или при чеканке позднеспелых сортов может привести к снижению урожая. Эффективность и полезность этого приема должны быть проверены в различных зонах и на различных сортах.

В исследованиях с различными культурами отмечено большое влияние на рост и развитие растений различных видов стимуляторов роста (ауксина, гетероауксина, гиббереллина), биогенных стимуляторов и других химических препаратов.

Некоторые исследования в этом плане проведены и с видами растений семейства тыквенных. Однако следует отметить, что их проведено немного, а полученные результаты довольно противоречивы.

Из последних работ, посвященных этому вопросу, можно отметить исследования А. К. Дзевалтовского (1962, 1963), Л. В. Гавриловой (1962), М. А. Андреева и др. (1963), В. Е. Советкиной и др. (1963). В этих исследованиях показано определенное влияние гетероауксина, 2,4—5-трихлорфеноксиуксусной кислоты, янтарной и фумаровой кислот и других препаратов на рост растений огурцов, их формообразование и продуктивность. Однако полученных данных еще крайне мало для того, чтобы делать какие-либо практические предложения. Необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

В последние годы проведены многочисленные исследования по выявлению воздействия гиббереллина на рост и развитие различных видов растений, в том числе и огурцов.

Одной из первых работ по этому вопросу является работа японских исследователей Ябута и Хаяши (Yabuta, Hayashi, 1939), которые установили, что гиббереллин вызывает удлинение стебля у огурцов. Имеются данные о том, что опрыскивание растений огурцов в фазе 1—5 листьев 0,1%-ным раствором гиббереллина стимулирует их рост (Wittwer, Visovac, 1958, 1958a). Однако при этом наблюдается увеличение числа

мужских цветков, предшествующих первым женским цветкам, что вызывает задержку в плодоношении. Отмечено, что введение гибберелловой кислоты в молодые растения огурцов через верхушку и черешки листьев вызывает вытягивание нижних междоузлий, ускоряет образование усиков, но тормозит образование корней (Kribben, 1957; Kribben, Reisener, 1958). Гибберелловая кислота способна устранять тормозящее рост стебля влияние света и ультрафиолетового облучения (Lockhart, 1958; Lockhart, Real, 1960).

В. Лобанов (1961), Г. С. Муромцев и Л. А. Пеньков (1962), М. Х. Чайлахян (1963) в своих работах утверждают, что гиббереллин способствует увеличению массы листьев, удлинению главного стебля и ослаблению роста боковых побегов огурцов, на которых, как известно, образуется большее число женских цветков.

М. М. Тушнякова (1961) сообщает, что замачивание семян огурцов в растворе гиббереллина в концентрации 10 мг/л в течение 18—19 час приводит к ускорению появления всходов (на 2—3 дня) и более быстрому росту и развитию на первом этапе вегетации. Однако урожай плодов у растений из обработанных гиббереллином семян в ее опытах оказался ниже контроля. В опытах П. С. Жуковой (1962) обработка растений гиббереллином (двух-трехкратное опрыскивание в начале цветения) независимо от концентрации (от 75 до 300 мг/л) несколько усиливала рост растений, число женских цветков и увеличивала урожай огурцов на 17—47 ц/га. К. Д. Щупак, А. Ф. Серединская и В. Е. Суманова (1963) наблюдали разную реакцию различных сортов огурцов на воздействие гиббереллином: некоторые сорта под его влиянием повышали ранний урожай, а другие снижали.

В опытах А. К. Дзевалтовского (1962) опрыскивание растений огурцов водным раствором гиббереллина в концентрации 0,01% вызывало усиленный рост стебля, увеличение листовых пластинок, удлинение черешков листьев и цветоножек, а также появление махровости у мужских цветков.

Вегетационными опытами О. А. Зауралова (1963) показано, что гиббереллин усиливает рост стеблей огурцов, а также ослабляет тормозящее рост растений влияние охлаждения (при 3—6°). Развитие растений при этом задерживается.

Из серии опытов, проведенных в открытом грунте, следует, что в этих условиях гиббереллин существенного влияния на развитие и продуктивность растений огурцов не оказывает (Белик, 1965).

#### **ОСОБЕННОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ РАСТЕНИЙ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ОСВЕЩЕНИИ**

Для нормального роста и развития огурцов, как и других видов растений, необходима лучистая энергия определен-

ного спектрального состава, достаточной интенсивности и продолжительности действия в течение суток.

Как известно, лучистая энергия солнца по спектральному составу представлена ультрафиолетовыми лучами, видимым светом и инфракрасными лучами, которые имеют различную длину волн и различно воздействуют на растения.

Реакция растений огурцов на облучение различными частями спектра изучена еще недостаточно. Данные по этому вопросу противоречивы. Так, А. Ф. Клешнин (1954) отмечает более эффективное положительное действие на рост растений огурцов оранжево-красных лучей в сравнении с синефиолетовыми. Последние в опытах А. Ф. Клешина задерживали переход к цветению.

Опытами С. Г. Бахановой, И. Н. Львовой (1961) и И. Н. Львовой (1963), проведенными с сортом огурца Вязниковский, было установлено, что облучение красным светом ведет к некоторому ускорению ростовых процессов и дифференциации тычиночных бугорков, что обуславливает образование почти исключительно мужских цветков.

В условиях зеленого света продолжительность всех этапов органогенеза замедляется, а задержка в развитии создает возможность для появления женских цветков.

При естественном освещении с укороченным до 12 час днем (за счет утренне-вечерних часов, богатых длинноволновыми красными лучами) ускоряются ростовые процессы и дифференциация бугорков плодолистиков, но замедляется развитие тычиночных бугорков. Благодаря этому создаются условия для более раннего появления женских цветков (на 2—3 дня раньше мужских), в то время как в условиях длинного дня женские цветки у огурцов и других культурных видов тыквенных появляются позже мужских.

Наряду с этим имеется ряд работ (Мошков, 1953, 1955, 1962, 1966), в которых отмечаются наиболее интенсивные ростовые процессы у растений огурцов, выращиваемых в условиях синефиолетового облучения. Показано также, что наиболее ранний урожай дают растения огурцов, выращенные под пленками, пропускающими больше синих и синефиолетовых лучей, чем красных и инфракрасных (Белик, Андреева, Кособоков, 1967). Этот вопрос нуждается в дополнительном изучении.

Огурцы более теневыносливы, чем томаты, но на улучшение условий освещения активно реагируют увеличением урожая (Эдельштейн, 1962; табл. 125).

В условиях тепличной культуры при весеннем выращивании, с большим количеством солнечной энергии, урожай огурцов значительно выше, чем зимой в условиях плохого освещения. Однако повышение урожая не всегда пропорционально количеству поступающей солнечной энергии, поскольку уро-



Урожай огурцов при различном освещении

Время и место выращивания огурцов	Общее количество солнечной энергии, ккал на 1 м <sup>2</sup>	Урожай плодов, штук с 1 м <sup>2</sup>	Сухое вещество всего растения, г/1 м <sup>2</sup>	Количество солнечной энергии аккумулярованной растениями ккал
<b>В теплице:</b>				
зимняя культура . . . . .	52 729	40	250	1000
весенняя культура . . . . .	247 070	200	1140	4560
<b>В открытом грунте . . . . .</b>	<b>526 933</b>	<b>20</b>	<b>125</b>	<b>500</b>
То же, но при очень высоком урожае . . . . .	526 933	120	750	3000

жай зависит не только от света, но и от других факторов (температуры и влажности почвы и воздуха, содержания углекислоты в воздухе и пр.). Поэтому коэффициент использования света в открытом грунте всегда ниже, чем в теплицах, где все условия, кроме света, более благоприятны для выращивания огурцов.

По-разному используют солнечную энергию и различные сорта. Более приспособлены к условиям недостаточного освещения тепличные сорта, относящиеся к сортогену Клинский и Китайский крупноплодный, а также сорта Парниковый 6, Неросимый 40 (Мещеров, 1960).

В связи с высокой отзывчивостью растений огурцов на улучшение условий освещения особое значение приобретает использование искусственных источников света для обеспечения нормального роста и развития растений в тот период, когда интенсивность естественного света недостаточна или когда освещение вообще отсутствует.

Искусственное электрическое освещение применяется при возделывании огурцов в теплицах для досвечивания в период выращивания рассады, при выращивании огурцов в условиях слабого солнечного освещения или для продления коротких зимних дней.

В Советском Союзе одним из первых дополнительное искусственное освещение огурцов и томатов начал применять Н. А. Максимов (1925, 1933), который еще в 1925 г. доказал высокую эффективность этого приема и показал полную возможность выращивания растений от семени до семени при искусственном освещении. Позднее начал применять досвечивание рассады огурцов и выращивание растений при искусственном освещении целый ряд исследователей (Милославов, 1929; Корольков, 1929, 1934; Марков, 1929, 1947; Брызгалов, Русин, 1934; Палилов, 1935; Н. А. Артемьев, 1936; Г. В. Артемьев, 1959; Соколова, 1957, 1960). Исследования показали,

что досвечивание рассады и растений ускоряет рост и улучшает качество рассады (рис. 35), улучшает рост, ускоряет развитие огурцов в культуре и значительно повышает их урожайность.

В качестве дополнительных источников света в теплицах в первое время наиболее широко применялись зеркальные лампы накаливания мощностью 300—500 *вт*. Как было пока-

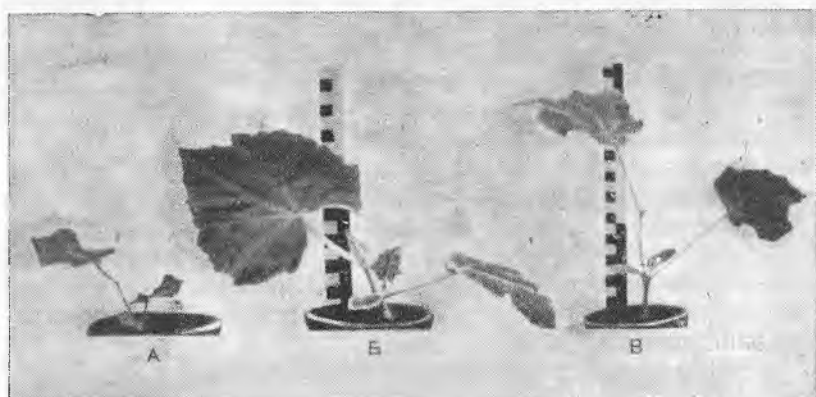


Рис. 35. Рассада огурцов, выращенная при дополнительном облучении различными источниками света:

А — контроль (естественное освещение); Б — рассада, облученная 30-ваттными люминесцентными лампами удельной мощностью 300 *вт/м<sup>2</sup>*; В — рассада, облученная зеркальными лампами ЗН-8 удельной мощностью 300 *вт/м<sup>2</sup>* (по Н. К. Соколовой, 1957)

зано впоследствии, для этой цели могут применяться также любые другие лампы, в спектре излучения которых содержатся лучи, лежащие в пределах 400—700 *мкм* и отсутствуют короткие ультрафиолетовые лучи с длиной волны менее 300 *мкм*, а также если при этом обеспечивается достаточная интенсивность физиологической радиации (оптимальная интенсивность физиологической радиации для нормального роста и развития растений лежит в пределах 50—100 тыс. *эрг/см<sup>2</sup>сек*).

Хорошим источником радиации для растений огурцов являются люминесцентные, а также и некоторые другие типы ламп: дуговые ртутно-люминесцентные (ДРЛ), лампы накаливания, ксеноновые лампы. При использовании этих ламп следует предохранять растения от перегрева (лампы накаливания) и от коротких ультрафиолетовых лучей (ксеноновые лампы). Эффективным является сочетание дополняющих друг друга различных источников света, например, люминесцентных и ламп накаливания (Максимов, 1933, 1955; Максимов, Клешнин, 1947; Клешнин, 1954; Годнев, Ляхнович, 1958;

Г. В. Артемьев, 1959; Олейник, 1959; Тагеева и др., 1959; Соколова, 1960; Чекунова, 1960; Леман и др., 1959, 1960, 1961, 1963).

Дополнительное облучение растений источниками света оказывает положительное влияние на физиологические процессы, происходящие в них: обуславливает интенсивное накопление хлорофилла в листьях, нормальный, интенсивный ход фотосинтеза и дыхания, создает благоприятные условия для накопления и оттока продуктов фотосинтеза, что ведет к усиленному росту, ускоренному развитию и повышенной продуктивности растений.

Как показали исследования Н. А. Максимова (1925, 1933), Л. Милославова (1929), Е. Д. Королькова (1929), Н. А. Артемьева (1936) и Б. С. Мошкова (1953, 1962, 1966), выращивание огурцов и томатов возможно не только при помощи дополнительного освещения растений, но и целиком при искусственном электрическом освещении.

Имеются данные об эффективности облучения семян огурцов и других сельскохозяйственных культур импульсным концентрированным солнечным (ИКСС) или искусственным светом (Шахов и др., 1965, Кособоков с сотр., 1967). Обработка семян огурцов концентрированным светом повышает энергию их прорастания и всхожесть, ускоряет развитие растений, усиливает фотосинтетические процессы и повышает урожай, особенно ранний.

Работы по изучению использования ИКСС для повышения урожая сельскохозяйственных культур только начаты. Однако они указывают на возможную перспективность этого метода. Необходимо дальнейшее изучение этого приема и, в частности, механизма и физиологической сущности его действия на семена и растения.

## ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ

Основными факторами, влияющими на фотосинтетическую деятельность растений, являются: температура воздуха и почвы, условия минерального питания, водообеспеченность, освещенность растений и содержание углекислоты в воздухе.

Внешние условия, особенно температура и влажность воздуха и почвы и интенсивность освещения, оказывают большое влияние прежде всего на синтез и накопление пигментов, в частности хлорофилла в листьях растений, что сказывается и на процессе фотосинтеза.

У растений различных сортов огурцов так же, как и у других видов тыквенных культур, при понижении температуры происходит снижение содержания хлорофилла в листьях. При этом установлено, что охлаждение взрослых, нормально синтезирующих растений огурцов вызывает разрушение имеющегося хлорофилла и прекращение его синтеза. Это подтверждается данными следующих опытов. При охлаждении растений огурцов в фазе двух-трех листьев в течение четырех суток при температуре 2,5—7° с последующим перенесением их в тепло (15—17°) у сорта Алтайский ранний 166 содержание хлорофилла снизилось с 3,54 до 0,77% на сухое вещество (в 4,5 раза), в то время как у южного сорта Астраханский 136 — с 6,94 до 0,46% (в 15 раз) (Белик, 1963, 1963а). При менее жестком режиме охлаждения (5—9° в течение трех суток) такой разницы не было (Белик, Тюрина-Плахова, 1965). Однако и в этих условиях под влиянием охлаждения произошло резкое снижение содержания хлорофилла в листьях огурцов всех испытанных сортов (табл. 126).

Снижение содержания хлорофилла, изменение структуры и разрушение хлоропластов в листьях огурцов при снижении температуры до уровня (+10) — (+3°) наблюдали также П. А. Генкель и К. П. Марголина (1949), И. М. Кислюк (1964), С. В. Кушниренко и Р. С. Морозова (1963).

Установлено также, что от температурных условий в сильной степени зависит процесс новообразования хлорофилла, причем у различных культур и сортов он идет по-разному (Белик, Тюрина-Плахова, 1965). Для установления этого факта в термостате при температуре около 25° проращивались

Таблица 126

Влияние охлаждения растений огурцов на содержание в их листьях хлорофилла

Сорта	Содержание хлорофилла, % на сырое вещество		
	до охлаждения	после охлаждения через	
		одни сутки	пять суток
Алтайский ранний 166 . . . . .	0,25	0,26	0,11
Муромский 36 . . . . .	0,27	0,14	0,11
Астраханский 136 . . . . .	0,33	0,12	—
Донской 175 . . . . .	0,36	0,23	0,18
Дин-зо-си . . . . .	0,29	0,16	0,17

семена различных сортов огурцов (до сбрасывания с семядолей оболочек семени) вначале в темноте, а затем на свету — одна часть в тепле (25°), а другая — на холоду (при температуре 1—3°). Через 20 час проводилось определение содержания хлорофилла в семядолях проростков. Оказалось, что процесс зеленения семядолей у различных сортов происходит по-разному (табл. 127).

Таблица 127

Влияние низкой температуры на процесс новообразования хлорофилла у различных сортов огурцов

Сорта	Содержание хлорофилла в семядолях		
	в % на сырое вещество		% охлажденных к неохлаждавшимся
	без охлаждения	с охлаждением	
Алтайский ранний 166 . . . . .	0,056	0,040	72,9
Муромский 36 . . . . .	0,055	0,041	74,3
Астраханский 136 . . . . .	0,069	0,039	57,3
Донской 175 . . . . .	0,084	0,044	52,1

При оптимальных температурных условиях (20—25°) процесс новообразования хлорофилла проходил более интенсивно у южных сортов (Астраханский 136 и Донской 175). Охлаждение проростков резко задержало процесс новообразования хлорофилла, причем это явление у северных сортов

(Муромский 36 и Алтайский ранний 166) проявилось в меньшей степени, т. е. их пластиды оказались более устойчивы к пониженным температурам, чем у южных сортов.

Э. Ф. Шабельская (1964) также наблюдала, что при охлаждении 4-дневных проростков огурцов при 4° в течение трех суток происходит временная депрессия в образовании пигментов (продолжительностью около 5 суток), наблюдается задержка в формировании внутренней структуры хлоропластов, в частности, процесса образования гран, увеличения объема пластид и их количества. Однако при этом способность растений к образованию пигментов после перенесения их в тепло восстанавливалась. Депрессия сменялась интенсивным образованием хлорофилла и увеличением объема пластид.

К сожалению, в своей работе Э. Ф. Шабельская не указывает, с какими сортами проводились исследования. Наблюдения В. Ф. Белика показали, что усиление синтеза пигментов после депрессии, вызванной охлаждением, может иметь место лишь у северных относительно холодостойких сортов. У южных, более теплолюбивых, сортов при таком охлаждении, которое применялось автором (4° в течение суток), усиление синтеза вскоре после прекращения охлаждения растений мало вероятно. Как было установлено, депрессия процессов синтеза и ряд патологических изменений, происходящих в обмене веществ под влиянием охлаждения у южных сортов не устраняются и после помещения растений в тепло (Белик, 1963, 1963а, 1966; Белик, Плахова-Тюрина, 1964, 1965).

Понижение температуры, воздействуя на синтез и деятельность хлоропластов, ведет к подавлению в листьях огурцов процесса фотосинтеза (Жолкевич, 1952, 1955; Незговоров, 1959).

Установлено, что на процесс фотосинтеза оказывает отрицательное влияние не только низкая, но и высокая температура. По данным В. А. Чеснокова (1955), Н. С. Петина и Ю. Г. Молотковского (1961), Б. А. Рубина (1961) и других авторов, у растений тыквенных культур благоприятная температура для прохождения синтетических процессов находится в пределах 20—35° с оптимумом около 25—30°.

На процесс фотосинтеза большое влияние оказывают условия освещения растений.

Ход фотосинтеза у растений огурцов в условиях благоприятного солнечного освещения (15—20 тыс. лк, т. е. 75—100 тыс. эрг/см<sup>2</sup>сек) имеет характер двухвершинной кривой с максимумом в 10—11 час утра, резким снижением в полуденные часы (13—14 час) и затем новым подъемом, но уже не столь интенсивным, как в утренние часы. Как установила Н. Н. Протасова (1959), чем выше в полдень температура и чем меньше концентрация СО<sub>2</sub> в воздухе, тем депрессия фо-

тосинтеза в полуденные часы проявляется сильнее. Повысив концентрацию углекислоты до 0,2—0,35%, полуденную депрессию фотосинтеза можно уменьшить (рис. 36). В пасмурные летние и ясные осенние дни при недостатке света дневной ход фотосинтеза имеет характер одновершинной кривой с максимумом в 11—13 час (рис. 37).

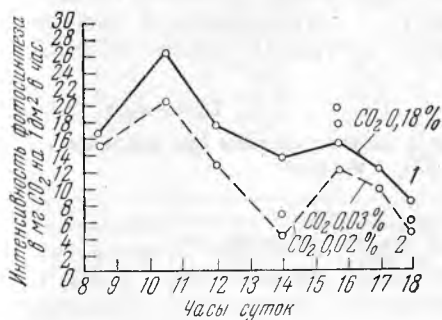


Рис. 36. Дневной ход фотосинтеза у растений огурцов сорта Клинский с подкормкой (1) и без подкормки (2) в солнечный день. Полуденная интенсивность физиологической радиации 100 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек (20 тыс. лк) (по Н. Н. Протасовой, 1959)

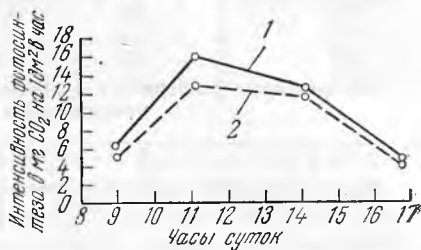


Рис. 37. Дневной ход фотосинтеза у растений огурцов сорта Клинский с подкормкой углекислотой 0,15—0,18% (1) и без подкормки (0,046%) (2) в пасмурный день. Полуденная интенсивность физиологической радиации 30 тыс. эрг/см<sup>2</sup>·сек (по Н. Н. Протасовой, 1959)

При искусственном освещении ход фотосинтеза зависит от применяемых источников света. Под люминесцентными лампами дневной ход фотосинтеза аналогичен фотосинтезу в летний пасмурный день. Интенсивность фотосинтеза при этом источнике света не высокая (13—16 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>час), но держится на этом уровне длительное время, что способствует хорошему накоплению органического вещества. Под зеркальными лампами накаливания и ртутно-вольфрамовыми лампами, дающими свет высокой интенсивности и излучающими большее количество инфракрасных лучей, что ведет к перегреву растений, интенсивность фотосинтеза в значительной мере зависит от температуры окружающего воздуха и листьев. При пониженной температуре (воздуха 16°, листьев 28°) максимум фотосинтеза наступает через 2,5 час после включения ламп, достигая 25—28 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>час. При повышенной температуре (воздуха 23°, листьев 35°) максимум фотосинтеза наступает через час после включения ламп, составляя 14—18 мг СО<sub>2</sub>/дм<sup>2</sup>час. В дальнейшем происходит снижение интенсивности фотосинтеза, вызванное повышением температуры листа. Повышение концентрации СО<sub>2</sub> в воздухе позволяет удерживать фотосинтез на более высоком уровне.

Интенсивность фотосинтеза и дыхания листьев огурцов в сильной степени зависит от величины концентрации углекислоты в воздухе. По сообщению Л. М. Дорохова (1936, 1938, 1938а), повышение содержания углекислоты в воздухе вызывает повышение энергии фотосинтеза и дыхания (табл. 128).

В опытах с огурцами сорта Неросимый суточный баланс ассимиляции листовой поверхности в негазированной камере (0,037—0,31%  $\text{CO}_2$  в воздухе) составлял 32,95—93,8 мг

Таблица 128

Соотношение фотосинтеза и дыхания в листьях огурцов при различных концентрациях  $\text{CO}_2$  в воздухе

Дата	Время определения, час, мин	Варианты опыта	Фотосинтез, мг $\text{CO}_2$ /дм <sup>2</sup> за время опыта	Дыхание, мг $\text{CO}_2$ /дм <sup>2</sup> за время опыта	Соотношение: фотосинтез /дыхание
9/VII	7.20—17.20	Контроль	212,9	72,1	2,95
		Опыт	606,1	153,5	3,94
27/VII	7.07—17.40	Контроль	134,9	51,2	2,68
		Опыт	591,9	124,5	4,75

$\text{CO}_2$  на 1 см<sup>2</sup> листовой поверхности; в газированной камере (0,03—0,84%  $\text{CO}_2$  в воздухе) в различные дни суточный баланс был равен 31,71—243,75 мг  $\text{CO}_2$  на 1 дм<sup>2</sup> листовой поверхности, т. е. с превышением до 168,9%. Под влиянием обогащения воздуха углекислотой происходило сильное увеличение интенсивности дыхания и фотосинтеза, причем соотношение между фотосинтезом и дыханием складывалось в сторону преобладания процессов синтеза над процессами распада (см. табл. 128).

При повышенных концентрациях углекислоты в воздухе происходило усиленное накопление углеводов в листьях растений. Такое направление обмена веществ способствовало более мощному и быстрому росту и развитию растений и повышению их продуктивности (табл. 129).

При повышении в воздухе количества  $\text{CO}_2$  также происходит понижение интенсивности транспирации. Так, в опытах Л. М. Дорохова (1938б) в камерах с содержанием углекислоты 0,76% растения огурцов расходовали в среднем на 10,6—18,8% меньше воды, чем в камерах, где концентрация углекислоты была равна 0,06%.

На основании изложенных данных можно делать вывод о том, что у растений, помещенных в атмосферу, обогащенную углекислотой, жизненные процессы протекают более интенсивно.



Влияние концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе на рост и продуктивность растений огурцов

Содержание $\text{CO}_2$ в воздухе, %	Воздушно-сухой вес одного растения, г			Урожай плодов на десяти растениях		
	листьев	стеблей	всего	штук	кг	% к контролю
0,11	74,6	55,6	130,2	325	39,2	100
0,16	82,2	58,9	141,1	355	45,0	115
0,36	83,5	67,6	151,1	402	50,9	130
0,53	85,2	53,4	138,6	411	53,3	136

В тепличных условиях интенсивность фотосинтеза у огурцов значительно ниже, чем в открытом грунте. Даже при воздушном удобрении растений углекислотой интенсивность фотосинтеза в теплице (Чесноков, 1955) редко превышала  $20 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2\text{час}$  (величина интенсивности фотосинтеза, наблюдаемая у растений в открытом грунте в условиях обычного атмосферного воздуха). Более того, В. А. Чесноков и А. М. Степанова (1955) отмечают, что тепличные растения огурцов, обладая более низкой интенсивностью фотосинтеза, чем растения открытого грунта (в 1,5—2 раза), плохо ассимилируют и в условиях открытого грунта. С другой стороны, растения открытого грунта, активно ассимилируя углекислоту в естественных условиях, сохраняют высокую активность ассимиляции и при перемещении их на короткое время в теплицы.

Изучая интенсивность фотосинтеза у растений огурцов и томатов, выращенных при искусственном освещении, В. А. Чесноков и А. М. Степанова (1955) установили наличие у них ослабленного фотосинтетического аппарата в сравнении с растениями, выращенными в открытом грунте и даже в теплицах при естественном освещении. При искусственном освещении слабее всего фотосинтез протекал у растений, выращиваемых под люминесцентными лампами (что, по-видимому, было обусловлено недостаточной мощностью светового потока), лучше всего — под мощными лампами накаливания с водным светофильтром. Под люминесцентными лампами, дававшими освещенность около 2 тыс. лк, средняя интенсивность фотосинтеза составляла  $2\text{—}3,7 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ , а дневная продуктивность фотосинтеза (при 18-часовом освещении в день)  $36\text{—}37 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ . Под низковольтными автомобильными лампами при освещенности в 2,5 тыс. лк средняя интенсивность фотосинтеза была равна  $3,9\text{—}4 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ , а дневная продуктивность  $71\text{—}72 \text{ мг CO}_2/\text{дм}^2$ . Под мощными лампами накаливания (освещенность около 3 тыс. лк) интенсивность

фотосинтеза равнялась 4,8—5 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ , а дневная продуктивность — 86—90 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ .

Отмечена четкая зависимость интенсивности фотосинтеза от условий освещенности (растения выращивались под лампами накаливания). При слабом освещении (2700 лк) интенсивность фотосинтеза колебалась в пределах 3,1—6,9 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ , а при сильном освещении (8000 лк)—от 7,2 до 14,7 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ . Огурцы проявляли более высокую требовательность к свету, чем томаты. У томатов при освещенности выше 5 тыс. лк интенсивность фотосинтеза не возрастала, а у огурцов она повышалась с повышением освещенности до 7 тыс. лк, но не достигала максимума.

Эффективность повышения концентрации углекислоты при искусственном освещении в опытах В. А. Чеснокова и А. М. Степановой оказалась значительно ниже, чем в обычных тепличных условиях. Повышение концентрации углекислоты вдвое (от 0,5—1 до 1—2 мг/л) при искусственном освещении увеличило интенсивность фотосинтеза от 8,41—8,90 лишь до 9,19—10,46 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ ; при дальнейшем увеличении содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе интенсивность фотосинтеза не поднималась выше 12,58 мг  $\text{CO}_2/\text{дм}^2$ , в то время как этот показатель в обычных тепличных условиях и особенно в открытом грунте, находится на более высоком уровне.

В открытом грунте интенсивность фотосинтеза и дыхания также в значительной степени зависит от условий выращивания растений. Так, Н. Г. Счастливцева (1962) при посеве огурцов (сорт Муромский) на утепленных грядах наблюдала повышение интенсивности фотосинтеза (до 2,081 г/м<sup>2</sup>час против 1,390 г/м<sup>2</sup>час в обычных условиях); повышение содержания хлорофилла (до 0,79—1,19% в воздушно-сухой навеске против 0,75—0,85% в контроле), сахаров и сухого вещества в листьях. Это привело к повышению продуктивности растений до 62,3% на утепленных грядах и 35,7% на неутепленных грядах в сравнении с ровной поверхностью.

Показано, что, применяя для выращивания огурцов и других овощных культур различные виды пленок, можно воздействовать на процесс накопления хлорофилла, интенсивность фотосинтеза и урожайность растений. Под полиамидной пленкой, где создается более благоприятный температурный режим, эти процессы происходят более активно, чем под полиэтиленовой пленкой (Белик, Файнберг, Вдовина, 1964).

Таким образом, приведенные данные указывают на то, что, применяя подкормки углекислотой, досвечивание растений в защищенном грунте и агротехнические приемы, способствующие улучшению температурного, водного режима и условий питания в открытом грунте, можно улучшить фотосинтетические процессы в растениях, что ведет к усилению ростовых процессов и повышению урожайности.

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ

Потребность растений в питательных веществах в значительной степени определяется интенсивностью накопления сухой массы растений и последовательностью роста отдельных органов. Поэтому прежде всего необходимо рассмотреть особенности роста огуречных растений в различных условиях питания.

Детальное изучение динамики приростов вегетативной массы и плодов огурцов было проведено на сорте Нежинские при выращивании их на слабо осолоделом черноземе; при внесении 40 т/га навоза был получен урожай в размере 539 ц/га. Интенсивный прирост вегетативной массы наблюдался в течение первых пяти декад роста растений, после чего рост вегетативной массы приостановился, так как начиная с четвертой декады сильно возросли сборы огурцов. Несмотря на то что огурцы сорта Нежинские относятся к поздним сортам с длинным периодом плодоношения, в условиях высоких температур они интенсивно развивались и быстро закончили свой рост (Журбицкий, 1949, 1963).

У огурцов сорта Вязниковский на тяжелом суглинке при пониженных температурах темпы роста растений невелики. При выращивании семенников, поскольку плоды не снимались с растений вплоть до их созревания, вес их в конце вегетации еще интенсивно нарастал, в то время как рост листьев прекратился.

В условиях защищенного грунта, когда огурцы выращиваются при обильном снабжении водой и питательными веществами, обеспечивается сравнительно равномерное нарастание вегетативной массы и плодов в течение всей вегетации.

В отдельных органах огурцов содержание минеральных элементов меняется в зависимости от возраста. Так, содержание азота и калия в ботве огурцов сорта Нежинские за время вегетации изменялось более чем в два раза, содержание фос-

фора было более постоянным; содержание минеральных элементов в плодах было более высоким, чем в ботве.

При анализе листьев и стеблей семенников огурцов сорта Вязниковские оказалось, что в листьях растений содержится больше азота и фосфора, а в стеблях — калия.

В плодах-семенниках, в отличие от других органов растения, содержание питательных элементов с возрастом постепенно увеличивалось. Обращает на себя внимание увеличение количества калия в мякоти плодов огурцов и азота в семенах (табл. 130).

Таблица 130

Процентное содержание минеральных элементов в органах семенников огурцов сорта Вязниковские в течение вегетации

Элемент	Органы растения	Возраст растений и фазы вегетации			
		61 день цветение	82 дня плодоно- шение	96 дней созрева- ние	125 дней отмира- ние
Азот	Листья	5,02	4,58	3,75	2,13
	Стебли	4,63	3,25	2,92	—
	Плоды желтые	—	2,88	3,20	2,72*
	Семена	—	—	—	5,05
	Плоды зеленые	—	3,51	—	—
	Завязи плодов	—	5,12	—	—
Фосфор	Листья	0,89	0,82	0,34	0,40
	Стебли	0,83	0,47	0,35	—
	Плоды желтые	—	1,01	1,11	1,11*
	Семена	—	—	—	1,58
	Плоды зеленые	—	1,23	—	—
	Завязи плодов	—	1,71	—	—
Калий	Листья	4,45	2,00	1,24	1,16
	Стебли	7,33	6,30	7,27	—
	Плоды желтые	—	4,55	5,59	7,34*
	Семена	—	—	—	0,62
	Плоды зеленые	—	5,27	—	—
	Завязи плодов	—	3,10	—	—
Кальций	Листья	5,65	8,21	10,99	8,30
	Стебли	2,86	4,12	5,49	—
	Плоды желтые	—	0,93	1,24	0,98*
	Семена	—	—	—	0,24
	Плоды зеленые	—	0,94	—	—
	Завязи плодов	—	3,33	—	—

\* Плодовая мякоть без семян.

Различия в содержании отдельных минеральных элементов в разных органах растений связаны с изменением динамики потребления минеральных элементов в течение вегетации растений в периоды образования и роста тех или иных органов.

Усвоение минеральных элементов растениями огурцов идет неравномерно. Так, усвоение азота, фосфора и калия огурцами сорта Нежинские при внесении 40 т навоза на гектар после двух декад роста резко усиливалось вплоть до двухмесячного возраста (рис. 38), после чего поглощение этих элементов начало сильно снижаться.

Интенсивность нарастания сухой массы растений во времени совпадает с интенсивностью поступления минеральных элементов.

Поступление минеральных элементов в семенники огурцов сорта Вязниковские шло значительно более медленными темпами, наибольшее потребление наблюдалось в поздние сроки (конец августа и начало сентября), и в дальнейшем вплоть до уборки оно почти не снижалось; продолжалось и нарастание сухой массы растений.

При сравнении огурцов сорта Нежинские и Вязниковские оказалось, что приросты урожая и поступление минеральных элементов на 100 растений огурцов у сорта Нежинские были значительно больше, чем на 100 растений огурцов сорта Вязниковские, но так как число растений огурцов сорта Вязниковские на единицу площади было в три раза большим (30 000 и 95 000 растений на 1 га), то вынос минеральных элементов на единицу площади был больше у огурцов сорта Вязниковские (табл. 131).

До начала цветения в растения поступает не более 10% питательных веществ от потребляемых в течение всей вегетации (сорт Вязниковские), в период от всходов до образования завязей эта величина увеличивается до 20% (сорт Нежинские). Основная масса питательных элементов 54—89% поступает в период плодоношения; в это время нарастает большая часть сухого веса урожая (67—85%).

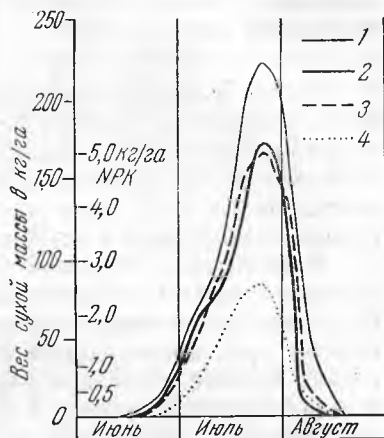


Рис. 38. Интенсивность ежедневного прироста сухой массы и усвоения питательных элементов у огурцов сорта Нежинские в период вегетации:

1 — сухая масса; 2 — N, 3 —  $K_2O$ ; 4 —  $P_2O$  (по З. И. Журбицкому, 1963)

Прирост сухого вещества и потребление минеральных элементов растениями в период наиболее интенсивного роста (*кг/га* за сутки)

Сорт огурцов	Сухое вещество	N	P	K	Ca
Нежинские	235	5,1	2,5	5,1	—
Вязниковские	246	7,4	2,0	13,6	9,3

После окончания основных сборов плодов, при выращивании огурцов на зеленец (сорт Нежинские) поступление питательных элементов весьма ограничено; при выращивании семенников этот процесс идет довольно интенсивно: усваивается около 20% азота и калия и 40% фосфора от количества, потребляемого в течение всей вегетации.

В тепличных условиях усвоение питательных элементов огурцами сорта Спотрезистинг после начального подъема, наблюдавшегося в продолжение около 2,5 месяцев, держалось в течение трех последующих месяцев почти на одном уровне и только в июле в связи с улучшением внешних условий наблюдался резкий подъем в поглощении минеральных элементов (Geissler, 1957). Этот подъем совпадал по времени с усиленным ростом сухой массы. Одновременно учитывалось содержание питательных элементов в корневой системе. При весе корневой системы, составляющей около 1,5% от общей сухой массы растений, она содержала около 2% N, 1,3% P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 3% K<sub>2</sub>O, 1,4% CaO и 0,5% MgO от общего количества элементов, поглощенных целым растением.

При выращивании в водных культурах огурцы (сорт Клиньские) развивались гораздо быстрее. Скорость поглощения минеральных элементов и образования сухого вещества возрастала очень интенсивно в течение первых полутора месяцев вегетации. В период сбора плодов, который продолжался в течение двух месяцев, интенсивность поглощения минеральных элементов держалась примерно на одном уровне.

Наиболее характерным показателем особенностей питания каждой культуры являются изменения соотношений питательных элементов во время роста.

Огурцы в начале вегетации интенсивнее других элементов усваивают азот, затем в связи с усилением роста плетей усиливается усвоение калия, но вскоре затем вновь получает преобладание азот, что связано с новыми приростами ботвы (рис. 39). Это обеспечивает более длительные и более интенсивные сборы плодов огурцов.

При выращивании огурцов в водных культурах начальное изменение соотношений при усвоении минеральных эле-

ментов было сходно с тем, которое наблюдалось при выращивании огурцов в открытом грунте. В дальнейшем в тепличных условиях выявилась значительно большая потребность растений в калии (рис. 40), что объясняется иными условиями выращивания, в первую очередь меньшей интенсивностью освещения.

Усвоенные растениями огурцов питательные элементы в большей степени используются на образование продуктивной части растений, чем на ботву. Исследованиями З. И. Журбицкого (1963) установлено, что у огурцов сорта Нежинские

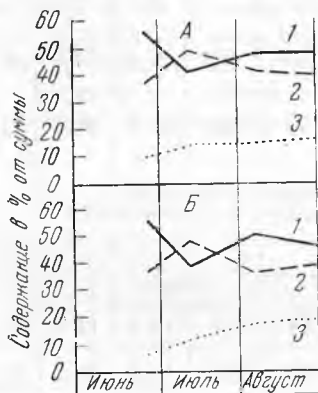


Рис. 39. Изменение соотношения в содержании N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O в огурцах сорта Нежинские в период вегетации (Киевская опытная станция)

А — в целом растении; Б — между элементами, усваиваемыми за отдельные периоды:  
1—N, 2—K<sub>2</sub>O; 3—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (по З. И. Журбицкому 1963)

в плодах содержалось 60% N, 54% P и 78% K от общего количества, усвоенного растением. В опытах В. И. Дуки (1957), проведенных на Киев-

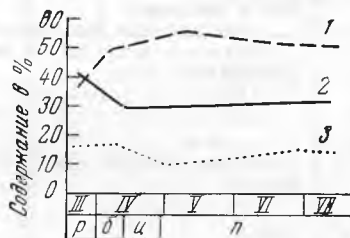


Рис. 40. Изменение соотношений питательных элементов, усваиваемых растениями огурцов сорта Клиньский в водных культурах:

р — рассада, б — бутонизация, ц — цветение, п — плодоношение: 1—K<sub>2</sub>O; 2—N, 3—P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (по З. И. Журбицкому, 1963)

ской опытной станции, в плоды соответственно перешло N — 53%, P — 60% и K — 58%. У огурцов сорта Вязниковские, которые выращивались на семена, относительное содержание минеральных элементов в плодах было еще выше. Семенные плоды содержали 85% N, 92% P и 94% K от общего их количества, усвоенного растениями. Семена содержали 36% азота, 32% фосфора и только 3% калия.

Плоды, выращенные в тепличных условиях в опытах Гейслера (1957) содержали 64% N, 69% P и 64% K, а в опытах З. И. Журбицкого (1963) плоды огурцов сорта Клиньские в теплицах содержали 64% N, 55% P и 53% K.

В табл. 132 приводятся данные, отражающие потребность в минеральных элементах у огурцов при выращивании в условиях открытого грунта.

**Потребление минеральных элементов при выращивании  
огурцов в открытом грунте**

Сорт	Условия выращивания	Уро- жай, ц/га	Внесено, кг/га			Внесено, кг на 100 ц плодов		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вязни- ков- ские	<i>Нечерноземная зона</i> Супесь По фону N60; P60; K90 (враз- брос под плуг)	365	100	54	168	27,4	14,8	46,4
	по фону N60; P60; K90 (мес- тно в два очага)	545	150	78	229	27,6	14,3	41,9
Не- жин- ские	<i>Черноземная зона</i> Слабо осоло- делый черно- зем							
	по фону 40 т/га навоза	538	105	64	112	19,4	11,8	20,7
	по фону 30 т/га навоза	523	100	69	167	19,2	13,2	31,8
	<i>Выщелочен- ный чернозем</i> по фону 40 т/га навоза+N 60; P90; K90	542	212	69	237	39,2	12,8	43,6
	по фону 20 т/га навоза+N20; P25; K20 в подкормку	628	240	68	205	38,2	10,9	32,6

При выращивании огурцов в условиях черноземной зоны оказалось, что для получения 100 ц плодов растения используют в среднем 29,0 кг N; 12,2 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 32,2 кг K<sub>2</sub>O.

В нечерноземной зоне для образования 100 ц плодов растения использовали в среднем 27,5 кг N; 14,6 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 44,2 кг K<sub>2</sub>O.

Таким образом, потребность огурцов в питании в более южных районах отличается от их потребности в более северных районах (уменьшается потребность в фосфоре и калии и увеличивается потребность в азоте).

Растения семенников огурцов для образования 1 ц семян использовали 14,3 кг азота, 7,5 кг фосфора и 21,4 кг калия.

В условиях теплицы для образования плодов растения огурцов используют почти столько же азота, как и при выращивании в открытом грунте, но поглощают заметно меньше



фосфора, а калия потребляют больше. В среднем огурцы в условиях защищенного грунта используют для образования 10 кг плодов 25 г азота, 10 г фосфора и 45 г калия.

Содержание кальция в огурцах определялось лишь в нескольких случаях.

При образовании 100 ц плодов огурцы потребляют около 33 кг СаО в условиях открытого грунта и около 23 кг при выращивании в защищенном грунте (Журбицкий, 1963).

По данным Гейслера (1957), за 239 дней выращивания огурцов в условиях теплицы было собрано с каждого растения по 80 штук плодов, общим весом в 30 кг. Каждое растение поглотило за весь период выращивания 46 г N; 25,3 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 73,4 г СаО; 13,4 г MgO; 94,9 г K<sub>2</sub>O.

Полученные данные Гейслер (1957) сравнивает с данными других исследователей (табл. 133).

Таблица 133

**Потребление тепличными огурцами минеральных элементов (г в пересчете на 10 кг урожая плодов)**

Автор	Условия выращивания	Потребление растениями				
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	СаО	MgO
Гейслер	Почва	15,3	8,4	31,6	24,4	4,5
Фогель	»	25,8	13,1	64,5	30,5	9,2
Реми	»	22,4	9,9	48,4	28,0	—
Журбицкий	»	25,0	10,0	45,0	—	—
Фридрих	Водная культура	17,5	5,9	18,0	4,1	2,6
Журбицкий	»	17,4	8,3	27,4	—	—

Как следует из приведенных данных, самое низкое потребление минеральных элементов на единицу продукции при выращивании растений в почве наблюдалось в опыте Гейслера, что, по-видимому, объясняется выгодным соотношением в урожае плодов и вегетативных органов (на 30 кг плодов 7,2 кг листьев и стеблей; в плоды перешло около 65% N, P и K, поглощенных растением).

При выращивании огурцов в водных культурах наблюдалось также довольно низкое потребление питательных элементов.

Качественной характеристикой питания огурцов является соотношение питательных элементов в растении.

При выращивании в условиях нечерноземной зоны типичное соотношение питательных элементов в растениях огурцов (N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O) в среднем близко к 32 : 17 : 51; при выращивании в условиях черноземной зоны оно несколько меняется (39,5 : 16,5 : 44,0) (Дука, 1957; Журбицкий, 1963).

Среднее соотношение питательных элементов ( $N : P_2O_5 : K_2O$ ) у семенников огурцов составило (Журбицкий, 1963) 35,5 : 11,0 : 53,5. Пониженное содержание фосфора нельзя считать характерным для семенников огурцов, так как в данном случае огурцы выращивались на почве, плохо обеспеченной фосфором. Если огурцы, выращиваемые на семена, приравнять по их потребности в фосфоре к огурцам, выращиваемым для продовольственных целей, то соотношение  $N : P : K$  для них составит 33,0 : 17,5 : 49,5.

Таблица 134

Соотношение минеральных элементов (в %), поглощенных растениями огурцов при выращивании в защищенном грунте ( $N + P_2O_5 + K_2O = 100\%$ )

Автор	Условия выращивания	N	$P_2O_5$	$K_2O$	CaO	MgO
Гейслер	Почва	27,8	15,2	57,0	44,0	8,2
Фогель	»	25,0	12,7	62,3	29,5	8,9
Реми	»	27,7	12,3	60,0	34,6	—
Журбицкий	»	31,4	12,5	56,1	—	—
Фридрих	Водная культура	42,3	14,2	43,5	17,2	6,3
Журбицкий	»	32,8	15,7	51,5	—	—

В табл. 134 представлены данные, полученные различными исследователями и характеризующие соотношение минеральных элементов, усваиваемых растениями огурцов при выращивании в теплицах.

Как следует из данных табл. 134, в опытах, проведенных Гейслером (1957) и другими авторами, огурцы при выращивании в почвенной культуре поглощали меньше азота и больше калия, чем в опытах Журбицкого (1963); количество поглощенного фосфора было примерно одинаковым. При выращивании в водных культурах растения потребляли несколько больше азота и меньше калия, чем при выращивании в почвенной культуре.

Для улучшения питания огурцов в течение первых 15—25 дней вегетации обычно рекомендуется внесение удобрений в рядки; поэтому важно установить, сколько минеральных элементов усваивается растениями за этот период.

В нечерноземной зоне при благоприятных условиях роста молодые растения огурцов за 13—15 дней вегетации усваивали на 100 растений около 1,4 г N; 0,4 г  $P_2O_5$ ; 1,2 г  $K_2O$ . За 24—26 дней — 3,6 г N; 1,2 г  $P_2O_5$ ; 4,6 г  $K_2O$ . Таким образом, уже за такой короткий срок соотношения между N и K сильно изменяются.

В опыте Носовской опытной станции (УССР), где наблюдался очень быстрый рост растений, 100 растений за первые 30 дней вегетации усвоили 72 г N; 28 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 54 г K<sub>2</sub>O.

Пользуясь приведенными цифрами, учитывая количество растений на гектар, можно рассчитать количество питательных элементов, которое должно быть усвоено растениями огурцов в первые фазы вегетации, когда корневая система еще не достигла основной дозы удобрений.

Обычно растения огурцов достигают основной дозы удобрений, заделанной на глубину до 20 см, через три недели после всходов. При выращивании в условиях нечерноземной зоны за первые 24—26 дней вегетации 100 растений (в опытах Журбицкого, 1963) усвоили 3,6 г азота, т. е. за это же время на площади 1 га 30 000 растений будут усваивать 1,08 кг N или 3,2 кг аммиачной селитры (с поправкой на коэффициент использования это составит около 5 кг/га аммиачной селитры). Это удобрение вносится в рядки. Таким образом, дозы для рядкового внесения удобрений сравнительно невелики и их при посеве следует удалить от семян на 2—3 см. В рядки следует вносить все три минеральных элемента, не делая поправок на плодородие почвы, так как молодые растения со слабо развитой корневой системой лишь в незначительной степени используют почвенное плодородие.

Огурцы обычно значительно лучше реагируют на органические удобрения, чем на минеральные. Это объясняется, во-первых, чувствительностью огурцов к повышению концентрации почвенного раствора, которая создается при внесении минеральных удобрений, а во-вторых, отрицательной реакцией растений на подкисление почвы, которое также наблюдается при внесении большинства минеральных удобрений. Органические удобрения не обладают этими отрицательными свойствами и, кроме того, при разложении органического вещества (навоз) в почве выделяется значительное количество углекислоты, хорошо используемой огурцами (Журбицкий, 1939, 1940).

Огурцы, как теплолюбивую культуру, высевают лишь после того, как прогреется почва, т. е. в тех условиях, когда уже хорошо идут процессы минерализации органических удобрений, поэтому они вполне обеспечиваются элементами минерального питания за счет разложения навоза.

В нечерноземной зоне (Московская, Ивановская области, Белорусская ССР) урожай огурцов без удобрений составил 82 ц/га, а при внесении 30—40 т/га навоза получен урожай 143 ц/га; при внесении 50—60 т/га навоза был получен урожай 172 ц/га, а при внесении 70—90 т/га навоза — 188 ц/га. Внесение 60 кг/га NPK только в отдельных случаях давало прибавку урожая в размере 55 и 77 ц/га, а иногда внесение минеральных удобрений даже снижало урожай огурцов.

Роль органических удобрений как источника углекислоты была показана следующим образом (Журбицкий, 1939, 1940, 1963). В условиях полевого опыта (нечерноземная полоса) на различно удобренные делянки вставляли цилиндры, заполненные почвой, в которую вносили только минеральные удобрения. Таким образом, корневое питание огурцов, высаженных в цилиндры, было совершенно одинаковым и различия в развитии растений могли объясняться только тем, что плети огурцов располагались на делянках, удобренных по-разному, и могли улавливать углекислоту, выделяющуюся из почвы. Контрольные растения высевали непосредственно в поле таким образом, чтобы у растений, растущих в цилиндрах и посеянных в поле, воздушная площадь питания была одинаковой.

Оказалось, что за счет углекислоты, выделяющейся из почвы при внесении навоза, урожай огурцов увеличивается примерно на 50% (табл. 135).

Таблица 135

**Роль органических удобрений как источника углекислоты при выращивании огурцов**

Удобрения в полевом опыте	Урожай при выращивании в поле		Урожай при выращивании в цилиндрах	
	ц/га	%	кг/сосуд	%
Без удобрений	81,7	100	1,75	100
Навоз, 60 т/га	116,5	143	2,09	119
N60; P60; K60	120,9	148	2,11	120
Навоз+NPK	164,1	201	2,85	163

При выращивании в черноземной зоне огурцы имеют гораздо лучшие климатические и почвенные условия, чем в нечерноземной зоне и дают здесь обычно более высокие урожаи. Благодаря нейтральной реакции и большей буферности черноземных почв огурцы в этих условиях лучше реагируют и на внесение минеральных удобрений. В опытах В. И. Дуки (1953), проведенных на выщелоченном черноземе Киевской опытной станции, без внесения удобрений урожай огурцов составил 234 ц/га; внесение N60; P90; K90 повысило урожай на 231 ц/га. Наивысший урожай был получен при внесении 20 т/га навоза и N 20; P 25; K 20; в этом случае прибавка составила 394 ц/га. Дальнейшее увеличение доз навоза или минеральных удобрений приводило к снижению урожая.

Если учесть приведенные выше данные о количестве потребленных растениями огурцов минеральных элементов для образования 100 ц плодов, то с учетом приблизительных коэффициентов использования их растениями можно считать, что

внесение 40 кг азота, 45 кг фосфора и 55 кг калия в нечерноземной зоне должно увеличивать урожаи на 100 ц/га; между тем внесение более высоких доз удобрений (из расчета 60 кг/га каждого элемента) не дало прибавки урожая более 77 ц/га. Такой результат можно объяснить тем, что минеральные удобрения, кроме положительного влияния как источник питания растений, оказывают на рост растений одновременно и отрицательное влияние, подкисляя почву и повышая концентрацию питательного раствора.

Внесение органических удобрений в количестве 30—40 т/га дает в условиях нечерноземной зоны примерно такие прибавки урожая, как это следует из теоретического расчета потребности растений (внесение 1 т навоза по эффективности заменяет 2 кг N; 4 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 5 кг K<sub>2</sub>O, внесенных в виде минеральных удобрений).

В черноземной зоне потребность огурцов в удобрениях для образования 100 ц плодов составляет примерно 45 кг N; 40 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 40 кг K<sub>2</sub>O. Фактические прибавки, полученные в опыте В. И. Дуки (1957), даже несколько превосходят ожидаемые; по-видимому, хорошо развившиеся на удобренных землях растения смогли несколько лучше использовать почвенное плодородие, чем растения, не получившие удобрений. Такое повышение урожаев сверх расчетных находит известное объяснение также в том, что при применении удобрений улучшалась структура урожая. При выращивании без внесения удобрений плоды огурцов составляли 63% от общего веса растений, а при внесении навоза — 72%.

Большое значение при усвоении растениями минеральных элементов имеют особенности корневой системы.

При установлении места для внесения удобрений необходимо учитывать скорость роста корневой системы в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Корневая система огурцов развивается в основном в горизонтальном направлении и сравнительно медленно проникает в более глубокие слои. Поэтому при внесении рядкового удобрения лучшие результаты получаются при расположении рядка удобрений рядом с рядком семян, а не под ним. При внесении удобрений непосредственно под семена задерживается проникновение корневой системы в более глубокие слои почвы, лучше обеспеченные влагой.

При внесении удобрений в рядок следует иметь в виду, что чем меньше доза удобрений, вносимая в рядок, тем ближе ее можно размещать к рядку семян и тем раньше начнет сказываться ее влияние на рост растений, в то же время действие ее закончится раньше и питательные элементы будут использованы растениями слабее (Журбицкий, 1940, 1943, 1963).

С другой стороны, чем больше вносится удобрений, тем

дальше их надо относить от семян, тем позже скажется их влияние на рост растений. Оно будет длительнее, интенсивнее и удобрения будут лучше использованы растениями.

Чтобы установить оптимальную дозу и место внесения удобрений, следует знать, через какой период после появления всходов растения начинают использовать питательные элементы из основной дозы удобрений, заделанной под основную вспашку. Этим определится доза удобрений, которая при

рядковом внесении должна обеспечить полностью питание растений за данный период.

Большое влияние на рост растений огурцов оказывает доза удобрений, внесенных в рядок. По данным З. И. Журбицкого (1949, 1963), к 26-дневному возрасту огурцов наилучшее обеспечение растений питанием и максимальный рост получены при внесении тройной дозы удобрений

Таблица 136  
Влияние соотношений удобрение: почва при смешивании их в очаге на усвоение огурцами минеральных удобрений

Соотношение удобрение: почва	Усвоено г на 100 растений			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
1:100	0,98	0,30	0,75	1,12
1:50	1,29	0,53	1,12	1,37
1:25	1,01	1,18	0,87	1,17
1:12	1,03	1,15	1,77	1,17

(N 18 кг/га; P 18 кг/га; K 27 кг/га). Максимум при внесении 1-й и 2-й дозы наблюдался раньше, а при внесении 4-й дозы позже.

Наилучшее размещение установленной дозы удобрений, обеспечивающее максимальный рост растений ко времени перехода их на питание из основной дозы удобрений, следует подбирать опытным путем.

Однако поглощение растениями минеральных элементов зависит не только от того, в каком возрасте корневая система вступит в контакт с удобрениями. Большое значение имеет также поглотительная способность почвы и интенсивность перемешивания удобрений с почвой.

Если определенное количество удобрений перемешивать с большим объемом почвы, то удобрения закрепляются и становятся труднодоступными для растений; если же удобрения перемешать с малым количеством почвы, то создается слишком высокая концентрация почвенного раствора, неблагоприятная для жизнедеятельности корневой системы. Должно быть какое-то оптимальное соотношение между количеством удобрений и количеством почвы в очаге внесения.

В опытах, проведенных Журбицким (1963) на легкой супесчаной почве со сравнительно слабой поглотительной способностью, наилучшие результаты были получены в случае смешивания 1 г удобрений с 50 г почвы в очаге (табл. 136).

При повышении в очаге концентрации удобрений особен-

но сильно снижается усвоение фосфора. Это можно объяснить тем, что фосфор не передвигается в почве и остается в зоне высокой концентрации, а азот и калий постепенно выходят из очага и становятся более доступными для растений.

Полностью обеспечить питание огурцов можно при внесении удобрений в два очага: в рядок у семян и на глубину пахотного слоя (вразброс или тоже рядами). В табл. 137 представлены данные, отражающие влияние различных способов внесения удобрений на рост растений в течение первых фаз вегетации и на величину урожая (Журбицкий, 1949, 1963).

Таблица 137

Влияние различных способов внесения удобрений на рост растений в течение первых фаз вегетации и величину урожая огурцов

Способ внесения удобрений	25-дневные растения				Урожай плодов	
	сухой вес, %	усвоено, кг/га			ц/га	%
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O		
Без удобрений	100	1,83	0,31	0,62	311	100
N60 кг/га; P60 кг/га, K90 кг/га вразброс; заделка на глубину 6 см	179	2,94	—	—	412	133
Та же доза, но по середине междурядий на глубину 18 см	157	2,55	0,55	1,25	414	133
0,8 дозы NPK по середине междурядий и 0,2 дозы NPK в рядок у семян на расстоянии 3,5-6 см	194	2,97	0,67	2,06	467	151

Заделка удобрений на 6 см может дать хорошие результаты в случае достаточного количества осадков.

Значение концентрации питательного раствора для усвоения растениями минеральных элементов общеизвестно. С увеличением концентрации до известного предела усвоение минеральных элементов растет, но затем концентрация может достигнуть таких величин, при которых нормальная жизнедеятельность растений нарушается, в связи с чем будет снижаться и усвоение минеральных элементов.

Надо, однако, иметь в виду, что при определенных концентрациях питательного раствора, благоприятных в целом для роста растений и для поглощения ими минеральных элементов, растения начинают испытывать затруднения при усвоении воды, что вызывает замедление темпов роста.

В одном из опытов (Журбицкий, 1963), проведенных в водных культурах при повышении концентрации выше 11,0 ммоль/л, сильно задерживалось возрастание транспирации растений, обычно отмечаемое при увеличении размера растений (табл. 138).

Наиболее точные результаты получаются при выращивании растений с протекающим питательным раствором. В одном из опытов Л. И. Журбицкой (см. З. И. Журбицкий, 1963) при выращивании огурцов в песчаных культурах с протекаю-

Таблица 138

**Влияние концентрации питательного раствора на рост огурцов и их транспирацию**

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	За 37 дней опыта		Транспирационный коэффициент
	прирост сухой массы, г	транспирация 1 растения за 37 дней роста, г	
3,0	0,24	470	1975
7,7	0,67	764	1148
11,0	1,24	1190	960
15,3	1,38	1188	868
23,0	1,67	1205	721

Таблица 139

**Влияние концентрации питательного раствора на рост и урожай огурцов**

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	Сырой вес (г) 10 растений в возрасте			Урожай плодов, г/сосуд
	10 дней	15 дней	20 дней	
1,5	5,8	12,8	36,3	432
2,6	7,3	19,8	68,5	814
4,8	8,3	22,8	76,1	1409
13,9	8,5	30,4	137,5	1337

щим раствором сравнивалось влияние четырех концентраций питательного раствора на рост молодых растений и урожай. Оказалось, что с увеличением возраста растений использование питательных растворов повышенных концентраций давало лучшие результаты (табл. 139).

В этом опыте еще не наблюдалось заметного отрицательного влияния питательного раствора повышенной концентрации на рост и плодоношение огурцов.

Это явление наблюдалось при испытании протекающих питательных растворов более высоких концентраций (табл. 140).

Как следует из данных табл. 140, наивысший урожай плодов был получен при содержании солей в питательном растворе в количестве 25,9 ммоль/л. Однако при этом было отмечено, что молодые растения (до месячного возраста) интенсивнее росли при концентрации 15,7 ммоль/л.

При любом отклонении концентрации питательного раствора от оптимальной особенно резко снижается вес плодов; вес ботвы меняется в меньшей степени.

В последние годы (Журбицкий, 1963) было выяснено, что при изменении концентрации питательного раствора в различной степени изменяется поглощение растениями отдель-



ных элементов. В первые дни питания растений растворами увеличенной концентрации особенно сильно возрастает поглощение азота (табл. 141).

Однако повышение концентрации питательного раствора ведет не только к усиленному поглощению растениями минеральных элементов, но и изменяет соотношение поглощенных элементов.

Так, если огурцы в 15-дневном возрасте при наименьшей концентрации 5,2 ммоль/л поглощали больше калия, чем азота, и соотношение N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O было равно 31,4 : 14,9 : 53,7,

Таблица 140

Влияние концентрации питательного раствора на вес ботвы и урожай огурцов (вес в г на сосуд)

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	Вес ботвы		Вес плодов	
	г	%	г	%
	2,9	145	61	27
5,4	152	64	99	32
15,7	230	96	174	56
25,9	240	100	314	100
36,2	205	86	130	42
46,5	110	46	58	17

Таблица 141

Усвоение N, P и K растениями огурцов в зависимости от концентрации питательного раствора (мг на 1 растение за 1 сутки)

Концентрация питательного раствора, ммоль/л	Огурцы в возрасте					
	15 дней			23 дней		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
5,2	2,7	1,3	4,6	6,2	2,1	5,7
7,9	4,3	1,5	5,0	11,0	1,6	7,6
11,8	5,4	3,0	6,5	16,3	2,3	18,7
17,7	6,1	3,1	5,9	—	—	—
26,2	7,1	3,1	6,9	17,3	4,7	40,1
39,3	11,3	3,1	4,6	19,6	7,5	104,5

то в возрасте 23 дней соотношение этих элементов составляло уже 44,3 : 14,5 : 41,2, т. е. растения усваивали больше азота, чем калия.

При наивысшей концентрации раствора (39,3 ммоль/л) растения в 15-дневном возрасте усваивали больше азота и относительно много фосфора: соотношение N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O было равно 59,5 : 16,0 : 24,5. В 23-дневном возрасте соотношения резко изменились на обратные — относительно уменьшилось поступление азота и фосфора и резко увеличилось поглощение калия; соотношение тех же элементов было равно 14,8 : 5,7 : 79,5. Эти изменения в поглощении элементов происходили при неизменном постоянном составе раствора. Таким образом, было установлено, что повышение концентрации питательного раствора оказывает непосредственное влияние на растения и не только усиливает интенсивность питания растений, но изменяет соотношение поглощенных минеральных элементов.

Плоды огурцов по сравнению с другими овощными культурами отличаются высоким содержанием воды и незначи-

тельным содержанием углеводов и белков. В работе Мурри (1961) даны пределы, в которых изменяется содержание различных веществ в плодах огурцов. Сухих веществ содержится в плодах от 1,8 до 5,7%; сырого белка 0,56—1,10%; моносахаров 0,11—2,09%; сахарозы до 0,48%; жиров 0,08—0,27%; клетчатки 0,33—0,78%; золы 0,25—0,58%.

Под влиянием внешних условий и применения удобрений состав огурцов изменяется в незначительных пределах.

Как показали опыты Л. И. Афанасьевой (1940), содержание моносахаров у огурцов сорта Клиньские, выращиваемых в теплице, изменялось в пределах 1,73—2,04%, а сухого вещества — от 3,56 до 4,10%.

В вегетационном опыте при внесении  $\text{NP}$  плоды огурцов сорта Муромские содержали 1,8% сахаров, при добавлении хлористого калия содержание сахаров увеличилось до 2%, а при внесении  $\text{KCl} + \text{NaCl}$  — до 2,4% (Журбицкий, 1960).

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ РАСТЕНИЙ

Как известно, наличие определенного количества влаги является обязательным условием нормального роста и развития живых организмов, в частности растений. Вода способствует стабилизации температуры; обеспечивает тургесцентное состояние растительных тканей; является средой, в которой разворачиваются процессы обмена веществ; принимает участие во всех ферментативных процессах, а также в процессах роста, фотосинтеза и дыхания; играет важную роль в снабжении растений элементами минерального питания.

### ОСОБЕННОСТИ ВОДНОГО ОБМЕНА У РАСТЕНИЙ ОГУРЦОВ

Физиологические особенности водного обмена у растений огурцов изучены крайне слабо. Ниже приводятся некоторые данные по этому вопросу.

Содержание влаги в тканях растений имеет важное значение для их нормального существования.

По наблюдениям, проводимым в течение ряда лет (1961—1965 гг.) в условиях Московской области (Белик, 1967), содержание воды в листьях огурцов значительно выше, чем у других видов тыквенных, что говорит о высокой влагоемкости этой культуры. Отмечено также, что динамика оводненности растений огурцов в течение вегетации зависит от условий выращивания. В качестве примера приведем данные некоторых наблюдений, проведенных в 1961 г. в открытом грунте в условиях колеблющейся и не всегда достаточной влажности почвы и в 1965 г., когда растения выращивались в вегетационном домике при постоянной оптимальной влажности почвы (около 70% от полной влагоемкости).

Как видно из данных табл. 142, полученных в условиях открытого грунта в 1961 г., в первый период вегетации оводненность тканей растений различных сортов огурцов возрастает, достигая максимума в период *бутонизация — начало*

цветения. Начиная с периода массовое цветение — образование плодов, происходит снижение содержания воды в растениях.

Вероятно, это связано, во-первых, с усиленным использованием воды на формирование плодов при одновременном обеспечении продолжающегося интенсивного роста растений и, во-вторых, с интенсивным испарением влаги растениями, связанным с более высокой в этот период напряженностью метеорологических факторов и большими размерами испаряющей поверхности растений.

Таблица 142

Содержание воды в листьях (в %) различных сортов огурцов в течение вегетации у растений, выращенных в открытом грунте (данные 1961 г.)

Дата измерения и состояние растений Сорта	27/VI, 3—4 листа	7/VII, бутонизация	17/VII, начало цветения	27/VII, массовое цветение, завязывание плодов	10/VIII, рост плодов—плодоношение
	Муромский 36	—	84,24	84,48	81,73
Алтайский ранний 166	81,35	83,39	83,44	79,31	80,99
Дин-зо-си	86,53	85,03	83,41	79,20	78,34
Астраханский 136	83,82	85,73	83,44	82,43	80,10
Донской 175	81,56	84,16	83,18	77,24	78,40

В вегетационных опытах 1965 г. при систематическом водоснабжении (поливыв проводили ежедневно по объему) повышение содержания влаги в растениях происходило в течение периода бутонизации, цветения и роста плодов, вплоть до начала плодоношения, после чего было отмечено начало снижения содержания воды (табл. 143).

Общее содержание воды в растениях при этих условиях было выше, чем у растений в открытом грунте, в условиях меньшей обеспеченности влагой.

Таблица 143

Изменение содержания влаги в растениях различных сортов огурцов, выращенных в вегетационном домике (данные 1965 г.)

Сорта	Содержание воды в листьях, %		
	24/VI	12/VII	9/VIII
Муромский 36	Фаза 1—2 листа: 85,74	Начало цветения: 87,87	Начало плодоношения: 85,46
Алтайский ранний 166	Фаза 1—2 листа: 82,83	Начало цветения: 84,86	Рост плодов: 86,23
Донской 175	Фаза 1-го листа: 84,11	Бутонизация: 85,51	Рост плодов: 86,94

Следует отметить, что растения сорта Муромский 36, созданного в северных, наиболее обеспеченных влагой районах возделывания огурцов, имеют наиболее высокий процент содержания влаги в растениях, что говорит о влиянии экологических условий, при которых создаются и возделываются сорта.

Как известно, транспирация является одним из важнейших физиологических процессов в растении. Она способствует извлечению и поднятию воды и минеральных солей, регулированию температуры и тургора тканей растения, оказывает влияние на ростовые процессы и пр. (Максимов, 1952, 1958).

В литературе имеется много данных о том, что огурцы испаряют очень большое количество влаги.

Так, каждое растение огурца сорта Неросимый, вегетирующее при оптимальных условиях водоснабжения в Центральной нечерноземной полосе, расходует на испарение в период *бутонизация — цветение* до 150—160 мл воды, в период завязывания и роста плодов до 250—270 мл, а во время плодоношения — до 300 мл воды в сутки, что составляет около 20—45 м<sup>3</sup> в сутки с гектара (Белик, 1961).

Интенсивность транспирации различна у разных сортов. Изменяется она также с возрастом растений в течение суток при различных условиях выращивания.

Опытами, проведенными в 1962—1963 гг. в тепличных условиях в совхозе «Марфино» (в Москве), было установлено, что у молодых растений сорта Многоплодный интенсивность транспирации выше, чем у более старых, уже плодоносящих растений. Если у плодоносящих растений интенсивность транспирации колебалась в течение дня в пределах 0,36—0,97 г/дм<sup>2</sup> час, то у молодых растений (30-дневная рассада) она находилась на уровне 1,15—2,56 г/дм<sup>2</sup> час (рис. 41; Белик, 1967).

Отмечено также, что суточная динамика транспирации у растений огурцов различного возраста неодинакова. У молодых растений изменение интенсивности транспирации в течение дня проходит параллельно изменению температуры и имеет обратно пропорциональное отношение к изменению относительной влажности воздуха. Повышение температуры и снижение относительной влажности воздуха вызывает повышение интенсивности транспирации. И, наоборот, снижение температуры и повышение относительной влажности воздуха снижает интенсивность транспирации молодых растений. Вследствие этого утром интенсивность транспирации низкая, затем она повышается, достигает максимума в самые жаркие часы дня (13—14 час), а к вечеру снижается со спадом температуры. У взрослых растений максимум транспирации не совпадает по времени с максимумом температуры воздуха и минимальной относительной влажностью. Примерно до 10—

11 час утра происходит усиление процесса транспирации. Затем, в самые жаркие часы дня, независимо от дальнейшего подъема температуры происходит снижение интенсивности транспирации. Иногда при этом наблюдается завядание листьев растений.

Эти различия в интенсивности транспирации молодых и взрослых растений огурцов можно объяснить тем, что у взрослых тепличных растений корневая система, несмотря на

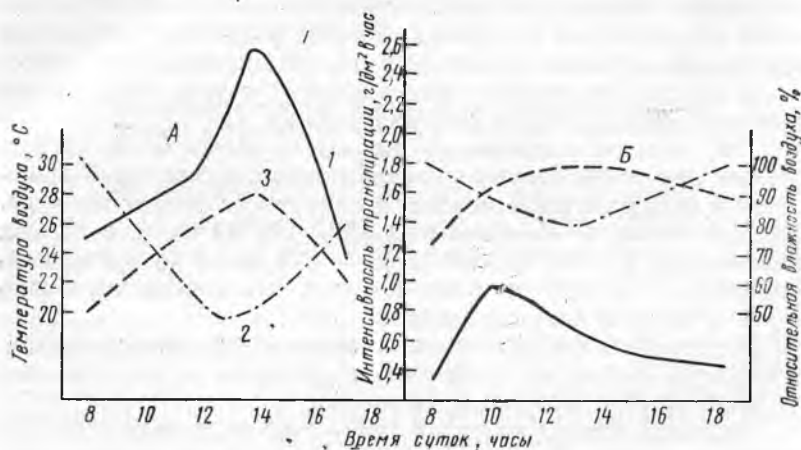


Рис. 41. Интенсивность транспирации в теплице растений огурцов сорта Многоплодный:

I — тридцатидневная рассада; II — период плодоношения (по В. Ф. Белику, 1967)

наличие влаги в почве, не в состоянии в необходимом количестве обеспечивать влагой очень мощную надземную часть, вследствие чего транспирация снижается до определенного предела, а затем может наступить и завядание листьев. У молодых растений, имеющих еще слаборазвитую надземную часть и относительно более развитую корневую систему, последняя обеспечивает растения достаточным количеством влаги, вследствие чего транспирация протекает нормально даже при очень высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха.

Естественно, что в условиях открытого грунта, где не представляется возможности для систематического в достаточном количестве снабжения растений влагой, как это имеет место в тепличных условиях, дневной ход транспирации может иметь и другой характер (с двумя дневными максимумами при снижении интенсивности транспирации в самые жаркие часы дня).

Важное значение в водном обмене растений имеют осмотическое давление и сосущая сила клеточного сока листьев.

Они являются мерилем потребности растений в воде, активности ее в растении, определяют способность клетки поглощать и удерживать воду.

Поэтому высокое осмотическое давление и сосущая сила являются важными факторами устойчивости растений к засухе.

У растений огурцов сосущая сила в течение вегетации находится примерно на одном уровне, но она различна у разных сортов: например, у сорта Неросимый 40, выращиваемого в открытом грунте, сосущая сила равна 6—7 атм, а у тепличного сорта Многоплодный — 4—6 атм (Белик, 1961).

Концентрация клеточного сока также, как осмотическое давление и сосущая сила, является важным показателем оводненности тканей растения и оказывает существенное влияние на прохождение в растении всех физиологических процессов. При повышении концентрации клеточного сока сверх оптимального уровня (различного для разных видов растений) задерживаются такие процессы, как фотосинтез, синтез белков и др. С понижением концентрации клеточного сока ростовые, синтетические процессы усиливаются (Максимов, 1958).

У растений огурцов в зависимости от влажности почвы, возраста растений и сортовых особенностей концентрация клеточного сока в среднем колеблется в пределах 5—8% (Белик, 1961). Концентрация клеточного сока в растениях огурцов, как и других видов растений, в очень сильной степени зависит от условий питания и водоснабжения, в частности, от влажности почвы. Концентрация клеточного сока изменяется также в процессе роста растений (возрастает со старением) и по их ярусам.

Водный режим растений зависит как от поступления, так и от расходования воды. Такие физиологические свойства, как водоудерживающая способность, сосущая сила, осмотическое давление, концентрация клеточного сока и транспирация оказывают влияние не только на расходование влаги, но и на ее поступление в растение.

Однако прежде всего поступление воды в растения зависит от наличия в почве доступной растению влаги и мощности развития корневой системы.

Определенный интерес представляют поиски путей дальнейшего повышения засухоустойчивости растений тыквенных культур. Применительно к другим видам растений в литературе имеются некоторые данные по этому вопросу. В частности, П. А. Генкель и С. С. Колотова (1934), работая с зерновыми культурами, разработали прием предпосевного закалывания растений к засухе. Сущность этого метода состоит в том, что семена перед посевом в течение двух суток замачи-

вают в воде, а затем подсушивают до нормального состояния.

Данных об эффективности закалки растений огурцов к засухе имеется очень мало. Так, в работе М. С. Дунина и М. Н. Мяздриковой (1941) показано, что предпосевное замачивание, а затем подсушивание семян огурцов сорта Муромский ускоряет процесс набухания с 11,5 до 7 час и уменьшает минимум влаги, необходимый для набухания семян с 160 до 60% от веса сухих семян. Рассматривая эти данные, следует сказать, что сокращение времени набухания с 11 до 7 часов большого значения не имеет, а количество воды, необходимое для набухания семян огурцов, не подвергавшихся закалке, не превышает 60%. Поэтому приведенные авторами данные не убеждают в эффективности закалки семян к засухе.

А. В. Дубровина (1957) в условиях Ярославской области проводила закалку семян трех сортов огурцов и Грибовских кабачков путем попеременного одно- и трехкратного замачивания их в воде и подсушивания. Хотя автор и считает, что закалка дала положительные результаты, следует отметить, что в ее опытах получены довольно противоречивые данные. Закалка огурцов сортов Неросимый и Вязниковский повысила их урожай, а в опытах с огурцами сорта Муромские и кабачками Грибовскими, наоборот, дала отрицательные результаты.

Продолжение исследований в этом плане представляет определенный практический и теоретический интерес.

### ПОТРЕБНОСТЬ РАСТЕНИЙ В ВОДЕ

Растения огурцов резко отличаются от бахчевых культур по требовательности к увлажнению почвы и влажности воздуха. Если бахчевые культуры, особенно арбуз и дыню, можно отнести к засухоустойчивым видам растений и в большинстве районов возделывания их выращивают в неорошаемых условиях, то огурец является одной из наиболее влаголюбивых овощных культур. В условиях Средней Азии, Закавказья и южных районов европейской части СССР выращивание огурцов без орошения крайне затруднительно. Высокий урожай этой культуры можно получить, лишь применяя орошение.

Даже в условиях Центральной нечерноземной полосы (в частности, в Московской области), где выпадает довольно большое количество осадков, применение поливов в отдельные годы резко усиливает рост и урожайность (Куликова 1957, 1964).

По данным Северного научно-исследовательского института гидротехники и мелиорации (Гневышев, Кондратьев,



1960), для получения урожая огурцов в Ленинградской области в размере 400 ц/га необходимо израсходовать воды 5200 м<sup>3</sup>/га или 13 м<sup>3</sup>/ц продукции. Чтобы получить такой же урожай томатов, нужно израсходовать 4800 м<sup>3</sup> воды, а корнеплодов и картофеля — 4400 м<sup>3</sup>; для капусты необходимо 6000 м<sup>3</sup> воды на гектар.

В условиях средней полосы СССР при урожае огурцов в размере 200—250 ц/га на один центнер продукции расходуется около 15 м<sup>3</sup> воды; при таком же урожае томатов на 1 ц продукции расходуется 12 м<sup>3</sup> воды. В тех же условиях при урожаях столовой свеклы и моркови 400 ц/га на 1 ц продукции расходуется 9 м<sup>3</sup> воды и для капусты 10 м<sup>3</sup> (Петров, 1955). Как видно из этих данных, огурцы расходуют влаги на единицу получаемой продукции больше, чем какая-либо другая культура.

При недостаточном увлажнении почвы и низкой относительной влажности воздуха растения огурцов слабо растут и развиваются, первые наиболее ценные завязи опадают, плодов образуется мало, они не достигают нормального размера, теряют вкусовые качества, растения завядают и гибнут. По наблюдениям Фрелиха (1958), снижение обеспеченности растений водой до 30% вызывает их завядание, а депрессия в урожайности наступает еще раньше. При выращивании огурцов на супесчаном черноземе, полная влагоемкость которого равна 49,8%, когда содержание влаги в почве снижается до 10,1% от сухого веса, рост растений огурцов полностью прекращается, в то время как у томатов прекращение роста в этих условиях наблюдается при влажности почвы 7,09%, а у капусты — при 8,6% (Левашев, 1926).

Растения огурцов имеют сравнительно слабо защищенную от испарения поверхность листьев. Поэтому они очень чувствительны к недостатку влаги не только в почве, но и в воздухе. Даже при благоприятной влажности почвы, но при большой сухости воздуха растения огурцов резко снижают урожайность (Журбицкий, 1935; Эдельштейн, 1962).

Наряду с этим следует отметить, что и избыточная влажность почвы вредна для растений огурцов, поскольку они очень требовательны к наличию в почве воздуха. Кроме того, как показал Фрелих (Frohlich, 1959), при чрезмерном увлажнении почвы рост корней сильно ослабевает, вследствие чего у таких растений повышается чувствительность к засухе. Ослабление роста корней при избыточном увлажнении почвы наблюдал также В. Ф. Белик (1961, 1967а) в ряде опытов с огурцами и томатами.

По вопросу об оптимальном для огурцов уровне влажности почвы и воздуха в различные фазы их роста и развития еще не имеется единого мнения. Данных по этому вопросу очень мало и нередко они противоречивы.

Так, в опытах З. И. Журбицкого (1935) наиболее высокий урожай получен во влажной камере при влажности почвы, равной 65—90% от полной влагоемкости (ПВ). Снижение влажности почвы и воздуха снижало урожай, а при влажности почвы 40% ПВ совсем не получено урожая. А. Д. Якимович и П. В. Шереметевский (1938) считают, что в Московской области в первый период вегетации огурцов оптимальная влажность воздуха и почвы составляет 90—100%. В вегетационных опытах А. Н. Балашова (1939), проведенных в Ленинградской области с растениями сорта Муромский на суглинистой почве, богатой перегноем, лучшие результаты получены при влажности почвы 80% ПВ, а по ранним сборам — при 60—80% ПВ. Повышение влажности почвы до 100% и понижение до 60% и меньше снижало урожай плодов и вес надземной части растения.

В вегетационных опытах, проведенных В. И. Эдельштейном (1962), в условиях Московской области наиболее высокий урожай был получен при влажности почвы 85—95% полной влагоемкости и относительной влажности воздуха 90—100%. В. И. Эдельштейн считает, что огурцы лучше всего развиваются, если в первый период жизни (до цветения) они получают умеренный полив — 50% от полной влагоемкости (с последующим снижением до 30%), а в остальное время — более обильное увлажнение (80%).

В опытах Е. Г. Мининой (1952) с сортом Неросимый отмечено, что снижение влажности почвы до 40% ПВ, особенно при низкой относительной влажности воздуха (41—53%), угнетает рост и развитие растений. Повышение влажности почвы до 80% и относительной влажности до 71—93% усиливает ростовые процессы и ускоряет развитие растений.

А. С. Кружилин (1954) считает, что огурцы наиболее требовательны к влаге в период *цветение — плодоношение*, поскольку растения в это время имеют мощную надземную массу с большой испаряющей поверхностью, и у них происходит усиленный рост плодов, содержащих около 95% воды. В то же время корневая система растения в этот период развита относительно слабее надземной части.

Фрелих (Frohlich, 1958, 1959) на основании опытов, проведенных в ГДР, показал, что потребность растений огурцов во влаге в течение вегетации меняется. Он считает, что для огурцов в начальный период роста (июнь) оптимальная влажность почвы находится на уровне около 75% от полной полевой влагоемкости (ППВ). По его данным, повышение или понижение содержания влаги в почве в этот период в пределах 8—10% уже приводит к нарушениям в развитии растений. Перед началом цветения (июль), по мнению автора, необходимо кратковременное подсушивание почвы до 65% ППВ, что способствует образованию цветков. Во время мас-

сового цветения огурцов влажность почвы, по мнению Фрелиха и Хенкеля (Fröhlich, Henkel, 1961), может быть снижена без ущерба для урожайности до 50% ППВ. В период плодоношения рекомендуется снова увеличить запас влаги в почве до уровня 65—75% ППВ.

Как видно из приведенных данных, мнения различных исследователей в отношении оценки требовательности растений огурцов к воде на разных этапах роста и развития расходятся. Эти расхождения сводятся в основном к определению оптимального уровня влажности почвы в течение вегетации и обусловлены тем, что исследования проводились в различных природно-климатических зонах, на разных почвах и с разными сортами, а также в вегетационных опытах и в открытом грунте.

Рассматривая данные о требовательности растений огурцов к воде, нельзя не отметить, что это свойство растений в сильной степени зависит от условий внешней среды. Как показали исследования ряда авторов, большая продуктивность огурцов возможна лишь при сочетании высокой влажности воздуха и почвы с оптимальной, т. е. повышенной до 20—25° температурой среды. При низкой температуре почвы и воздуха огуречные растения не могут полноценно использовать имеющуюся влагу вследствие того, что корневая система при этих условиях плохо всасывает воду. Даже при достаточном количестве влаги в условиях низких температур подача воды корневой системой не может покрыть ее расхода растением. Растения огурцов при этом завядают в результате наступления физиологической засухи (Schroeder, 1939; Pelhate, 1959; Rischer, 1960; Varga, 1961, 1962). Эти данные указывают на то, что при определении потребности растений огурцов в поливах следует учитывать не только уровень влажности почвы и воздуха, но также и температурные условия, при которых выращиваются растения.

На потребление воды растениями огурцов в сильной степени влияют условия освещения. В зимний период в теплицах потребление воды растениями ограничено, что обусловлено наряду с другими факторами и недостатком света. Об этом говорят, например, опыты Гейсслера (1958), в которых применение поливов рассады различными способами подтопления в условиях естественного освещения либо давало незначительную прибавку в весе растений, либо даже снижало их вес в сравнении с обычным поливом. Применение этих способов полива в сочетании с дополнительным освещением (10 час каждую ночь) удваивало вес рассады.

На повышенную потребность растений в поливах при усиленной интенсивности освещения указывают также и другие авторы (Whitehead, Kingham, 1959).

Различный подход разных авторов к оценке требователь-

ности растений огурцов к влаге и различные климатические условия, в которых проводились опыты, наложили свой отпечаток и на практические рекомендации. В разных почвенно-климатических зонах рекомендуется проводить от 2 до 15 поливов посевов огурцов с поливной нормой 300—500 м<sup>3</sup>/т и оросительной нормой от 1,5 до 4 тыс. м<sup>3</sup>/га.

Суммируя данные по режимам орошения огурцов, Е. Г. Петров (1955) отмечает, что для получения высокого урожая необходимо проведение в условиях юга СССР в среднем 8—10 поливов (включая предпосевной), на юго-востоке — 6—8 поливов, в Центральной черноземной зоне 5—6, в Центральной нечерноземной зоне — 3—4, в северных и северо-западных областях СССР — 2—3 полива.

Большое значение для растений огурцов, особенно на юге и в тепличных условиях, имеют освежительные поливы, даваемые при атмосферной засухе. Расход воды для них небольшой (примерно  $\frac{1}{20}$  часть нормы основного полива), а эффект значительный. По данным Е. Г. Петрова (1955), даже в условиях Московской области, где растения редко страдают от атмосферной засухи, освежительные поливы могут повышать урожай огурцов до 47%, а на юге, естественно, еще больше.

Особенно отзывчивы на освежительные поливы растения тепличных сортов огурцов (Frohlich, 1959).

Учитывая некоторую противоречивость данных о требовательности растений огурцов к влаге, недостаточную изученность этого вопроса, А. В. Макаро-Кондратьевой и В. Ф. Беликом в разные годы был проведен ряд опытов по изучению оптимальных для роста и развития растений огурца режимов влажности почвы.

А. В. Макаро-Кондратьева<sup>1</sup> в вегетационных опытах, проведенных под Москвой, изучала влияние уровня влажности почвы и засухи в различные фазы вегетации огурцов (сорт Неросимый) на их рост, развитие и продуктивность. Выращивание растений проводилось при воздействии засухой (в течение 6—17 дней до стойкого завядания) и при поливах с доведением влажности почвы до 80% ПВ. Использовались растения в фазе 3—5 листьев, в начале цветения, в начале плодоношения и в период максимального плодоношения. В контрольных вариантах растения выращивались при влажности почвы 80 и 50% ПВ в течение всей вегетации.

Различия в увлажнении почвы сказались прежде всего на содержании воды в растениях. Изучение водного режима растений показало, что в условиях обильного увлажнения почвы (80%) содержание воды в листьях более высокое, чем при недостатке влаги в почве (50%). Воздействие засухой

---

<sup>1</sup> С любезного разрешения автора приведем некоторые данные этих опытов, помещенные в отчете НИИОХ за 1949 г.

снижало содержание воды в листьях, вызывая водный дефицит, особенно сильный при засухе в период цветения. Проведение поливов, наоборот, повышало оводненность тканей листьев. К концу вегетации в листьях растений, находящихся в условиях высокой влажности почвы, влаги было меньше, чем в листьях растений, вегетирующих в других условиях, что обусловлено более сильной транспирацией, так как растения в условиях высокой влажности почвы к концу вегетации были мощнее и более облиственны, чем в условиях недостаточного увлажнения. Наибольшее количество влаги в листьях отмечалось в утренние часы, наименьшее — после полудня, причем колебания в содержании влаги и наибольший ее расход отмечен у растений с 80%-ным фоном влажности.

Различия во влажности почвы оказывают влияние и на синтетические процессы, происходящие в растениях, в частности на накопление сахаров. Под влиянием засухи процентное содержание сахаров в растениях, как правило, возрастает.

В первый период развития растений их листья содержат дисахаров (сахарозы) больше, чем моносахаров. К концу вегетации соотношение дисахара/моносахара (Д/М) изменяется в сторону уменьшения, что указывает на усиление гидролитических процессов при старении растений. У растений, испытывавших засуху, этот процесс выражен менее четко. При засухе в фазе 3—5 листьев соотношение Д/М как в период цветения, так и во время уборки плодов было выше единицы, значительно превышая по этому показателю контрольный вариант (влажность почвы в течение всей вегетации 80% ПВ). Эти данные говорят о том, что у растений, испытывавших засуху перед цветением, старение проходит медленнее, чем у растений, выращиваемых при иных условиях. У них наблюдается также большая активность роста листьев и боковых побегов, они дают большее количество цветков, имеют более длинный вегетационный период. Наблюдения, проведенные за ростом растений огурцов, показали, что потеря тургора растениями в молодом возрасте наступает при влажности почвы 26—33% ПВ, а в период плодоношения — при 33—37%, что связано с усиленной транспирацией во второй период вегетации. Отрицательное влияние засухи сказывается на всех фазах вегетации, причем особенно сильно влияние засухи проявляется на растениях молодого возраста (фаза 3—5 листьев). Растения, испытывавшие засуху в этот период, а также в фазе начала цветения, даже при последующем обильном увлажнении почвы уже до конца вегетации отличаются слабым ростом, малым размером листовых пластинок, цветков и плодов, удлиненным периодом вегетации.

При пониженной влажности почвы (50%) цветение в период вегетации идет более интенсивно, чем при высокой

влажности (80%), но оканчивается раньше. При воздействии засухи на растения в первые фазы роста вначале усиливается образование цветков, особенно женских. В дальнейшем, когда растения начинают страдать от засухи, цветение у них ослабляется. К моменту уборки плодоношение этих растений усиливается в сравнении с растениями, вегетирующими при 80% влажности.

Засуха, перенесенная растениями в более поздние фазы (цветения и плодоношения), отражается отрицательно и на



Рис. 42. 28-дневные растения огурцов, выращенные при различной влажности почвы:

А — 40—50% от полной влагоемкости; Б — 60—70%, В — 80—90% (по В. Ф. Белику, 1961)

цветении, и на урожае, особенно при воздействии в период цветения. Проведение поливов до уровня влажности почвы 80% во всех случаях оказывает положительное (в сравнении с 50% влажности) влияние на образование и цветение женских цветков и на урожай растения.

В 1957 г. были проведены вегетационные опыты по изучению зависимости роста и развития растений огурцов сорта Неросимый 40 в различные фазы вегетации от уровня влажности почвы (Белик, 1961). Влажность почвы поддерживалась в течение всей вегетации на уровне 40—50%, 60—70% и 80—90% ПВ.

Наблюдения за ростом растений показали, что в первый период вегетации оптимальной является влажность почвы 80—90% ПВ (рис. 42).

Во второй период вегетации соотношение роста и развития при различных влажностях почвы было иным. Уже ко времени бутонизации и начала цветения растения, вегетирующие при влажности 60—70%, развиваются быстрее, чем растения, вегетирующие при 40—50% и 80—90% влажности почвы. У них цветение началось на два дня раньше, чем у растений в условиях влажности 80—90% ПВ и на 4 дня раньше, чем при 40—50% ПВ. При влажности 60—70% зацветание первых мужских и женских цветков началось у растений поч-

ти одновременно, в то время как при меньших и больших величинах влажности женские цветки появились лишь через 3—4 дня после мужских. Поэтому завязывание плодов при влажности 60—70% началось у растений на 6 дней раньше, чем при 40—50% и на 4 дня раньше, чем при 80—90% ПВ; первые сборы плодов начались у этих растений на 8 дней

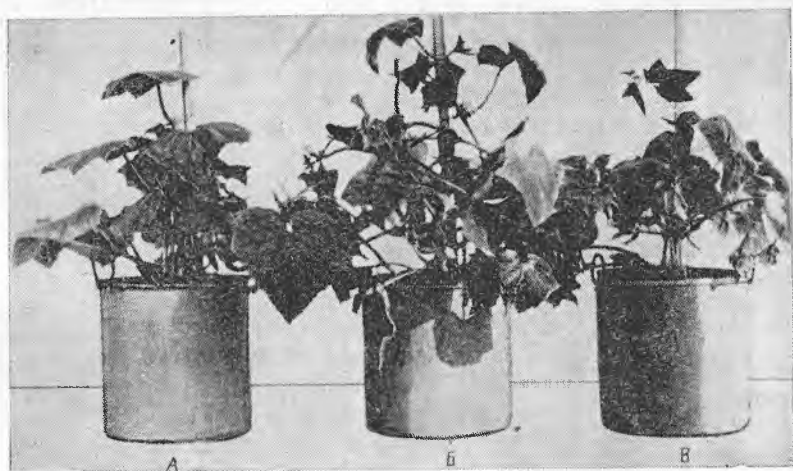


Рис. 43. 56-дневные растения огурцов, выращенные при различной влажности почвы. Обозначения те же, что на рис. 42 (по В. Ф. Белику, 1961)

раньше, чем при 40—50% и на 4 дня раньше, чем при 80—90% ПВ почвы. На второе сентября при оптимальных условиях влажности почвы (60—70%) собрано значительно больше плодов, чем в условиях большей и меньшей влажности (табл. 144).

При избыточном увлажнении (80—90% ПВ) корневая система к концу вегетации была наименее развита и расположена в основном в верхней части вегетационного сосуда. При оптимальных условиях увлажнения и особенно при пониженной влажности корневая система была развита хорошо и охватывала полностью весь объем почвы.

К концу вегетации надземная часть растений наиболее сильно была развита при влажности почвы 60—70% ПВ (рис. 43).

В условиях повышенной и пониженной влажности растения были развиты слабее, причем при максимальном увлажнении они заболели мучнистой росой и погибли.

Динамика транспирации в течение вегетации полностью соответствовала характеру роста и развития растений. В первые фазы роста наиболее интенсивно проходила транспира-

## Рост и развитие огурцов при различной влажности почвы

Показатели	Влажность почвы, %		
	40 — 50	60 — 70	80 — 90
Количество дней от всходов до:			
начала цветения . . . . .	34	30	32
завязывания плодов . . . . .	41	35	39
начала сбора зеленца . . . . .	53	45	48
Собрано плодов на 2/IX, г с 1 растения . .	126	143	54
Сырой вес 1 растения, г:			
корневой системы . . . . .	24,42	23,96	18,80
надземной части . . . . .	125,67	186,00	—
Сухой вес 1 растения, г:			
корневой системы . . . . .	3,38	2,44	2,05
надземной части . . . . .	19,19	30,74	—
плодов . . . . .	5,17	5,86	2,16
Общий вес растений, г:			
сырой . . . . .	276,09	352,96	—
сухой . . . . .	27,74	39,04	—

ция при максимальном увлажнении почвы. В фазе *бутонизация — цветение* в этих условиях начало проявляться угнетающее влияние избыточного увлажнения — произошло относительное, а к периоду плодоношения и абсолютное снижение интенсивности транспирации.

Следует отметить, что наиболее экономно влага расходуется при 40—50% содержания ее в почве. При этом наблюдается более высокая продуктивность транспирации, а значение транспирационного коэффициента ниже, чем при достаточном увлажнении почвы (табл. 145).

Таблица 145

Продуктивность транспирации и транспирационный коэффициент растений огурцов (сорт Неросимый 40) при различной влажности почвы

Влажность почвы, %	Урожай сухого вещества, г на одно растение	Расход воды одним растением за вегетацию, кг	Продуктивность транспирации, г сухого вещества на 1 кг воды	Транспирационный коэффициент, г воды на 1 г сухого веса
40 — 50	27,74	5,96	4,65	215
60 — 70	39,04	12,41	3,15	318



Таким образом, в условиях проведенного опыта оптимальная влажность для роста растений огурцов сорта Неросимый 40 находится в пределах 60—80% ПВ в первый период вегетации и в пределах 60—70% ПВ в период плодоношения. Ускоренное развитие и наиболее высокая продуктивность растений отмечены при влажности почвы, равной 60—70% ПВ.

Безусловно, на основании данных этого вегетационного опыта еще нельзя дать конкретных рекомендаций по оптимальному режиму увлажнения почвы в открытом грунте. Однако они указывают на то, что реакция или требования растений огурцов к влажности почвы с возрастом изменяются и что поэтому при разработке поливных режимов нужно наряду с другими факторами учитывать также возраст растений.

Из этих данных четко видно отрицательное воздействие на растения огурцов избыточного увлажнения почвы, особенно в период плодоношения. Последнее, конечно, не значит, что поливы в первый период вегетации должны быть более обильными, чем в период плодоношения. В связи со все возрастающей в процессе вегетации площадью листьев, являющихся основными транспирирующими органами растений, и большой потребностью растений в воде для новообразования вегетативных органов и особенно плодов водопотребление растений все время возрастает, достигая максимума в период наиболее интенсивного плодоношения. Поэтому с увеличением возраста растений необходимо усиление поливов, с одновременным учетом оптимального уровня увлажнения почвы.

#### **О ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ МЕТОДАХ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОТРЕБНОСТИ РАСТЕНИЙ В ВОДЕ**

Важное значение имеет определение с помощью физиологических методов сроков полива огурцов, поскольку при этом учитывается потребность в воде самих растений. К сожалению, сведений по этому вопросу крайне мало. Имеются указания М. Ф. Лобова (1954) о том, что в условиях южной зоны РСФСР (Ростовская обл.) при диагностике поливов огурцов можно пользоваться данными по концентрации клеточного сока. Автор рекомендует проводить поливы, когда концентрация клеточного сока в 4—6 листьях снизу в 10—11 час утра достигнет 10%. Однако эти рекомендации даются в целом для всех овощных культур и для огурцов они не имеют достаточного экспериментального обоснования, так как в них не учитываются, в частности, сортовые особенности и возраст растений.

Вегетационные опыты по изучению возможности использования при диагностике потребности огурцов в воде в условиях Центральной нечерноземной полосы показателей вели-

чины сосущей силы и концентрации клеточного сока листьев проведены В. Ф. Великом (1961, 1967). Для этого изучалась динамика изменения этих показателей в листьях в течение вегетации при различной влажности почвы.

В этих опытах установлено, что сосущая сила, определяемая методом струек (по Шардакову) и компенсационным методом (по Максиму), в течение всей вегетации остается почти на одном уровне (около 7 атм) и каких-либо различий по сосущей силе в зависимости от уровня увлажнения почвы не наблюдается. Следовательно, сосущая сила в качестве физиологического фактора при диагностике потребности огурцов в поливах вряд ли может быть использована.

По концентрации клеточного сока в листьях (определение проводились лабораторным и полевым рефрактометром, пробы брались с 5—7-го листа снизу, всегда около 10 час утра) получены более четкие результаты. Величина концентрации клеточного сока в очень малой степени зависела от температуры и относительной влажности воздуха, однако в значительной степени зависела от влажности почвы (табл. 146).

Таблица 146  
Концентрация клеточного сока (в %) в листьях огурцов при различной влажности почвы (сорт Неросимый)

Дата измерения	Фаза вегетации	Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Концентрация клеточного сока при влажности почвы, % от ПВ		
				40—50	60—70	80—90
31/VII	Цветение—начало плодоношения . . . . .	24,8	68,6	6,5	5,3	4,6
24/VIII	Плодоношение . . . . .	24,5	84,0	6,8	6,3	6,0
29/VIII	Плодоношение . . . . .	20,0	94,6	7,8	7,0	6,3
4/IX	Плодоношение . . . . .	24,2	72,2	8,1	7,3	—
<i>Среднее . . . . .</i>				7,3	6,5	5,6

При проведении опыта установлено, что со старением растений повышается концентрация клеточного сока в течение всей вегетации во всех вариантах. Однако во всех случаях самые высокие величины концентрации клеточного сока отмечены при минимальном увлажнении почвы. С увеличением влажности почвы концентрация клеточного сока снижалась, что говорит о возможности использования этого показателя при диагностике потребности огурцов в поливах.

К аналогичному выводу пришли позднее В. М. Андреев (1964), проводивший опыты в условиях Казахстана, и Ю. Г. Буяновская (1963, 1963а), проводившая опыты в Омском СХИ.

Из полученных данных следует, что в условиях Центральной нечерноземной полосы поливы огурцов следует проводить, когда концентрация клеточного сока листьев 5—7-яруса в 10—11 час утра поднимается до уровня примерно 5,0—6,0% в первой половине вегетации и до 7,0—7,5% в период плодоношения.

При этом для анализов необходимо брать листья определенного яруса, так как листья различных ярусов растений имеют различную концентрацию клеточного сока (Белик, 1967) (табл. 147).

Таблица 147

Концентрация клеточного сока в листьях различных ярусов огурцов (в %)

Сорт	Фаза вегетации	Ярусы листьев (счет снизу)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Алтайский ранний 166	Начало цветения	7,1	7,3	8,5	8,1	8,7	7,7	7,3	9,2
Азовка 5	» »	5,7	7,5	9,4	7,8	7,5	8,1	9,2	10,2
Донской 175	Бутонизация	6,7	7,1	8,0	8,9	9,9	8,0	10,1	13,2

Концентрация клеточного сока обычно наиболее низкая в листьях первого яруса; с увеличением порядка яруса она возрастает. У недостигших нормального размера, т. е. растущих листьев концентрация клеточного сока снова снижается. У верхушечных листьев концентрация клеточного сока самая высокая.

Важным условием является также подбор методов осветления клеточного сока, который часто бывает мутным, особенно у растений молодого возраста. Это затрудняет определение концентрации клеточного сока, поскольку при этом не удастся получить четкой линии раздела в поле зрения полевого рефрактометра.

Приемы осветления клеточного сока путем его нагревания, предложенные М. Ф. Лобовым (1954) и Л. Н. Бабушкиным (1957), малопригодны при определении концентрации клеточного сока в листьях овощных культур, в том числе и огурцов, поскольку при этом получают данные, заниженные на 29—38% (контрольные определения проводились лабораторным рефрактометром Аббе, которым можно пользоваться и при несколько мутном соке). Лучшим, хотя и не всегда достаточно эффективным приемом осветления клеточного сока является способ обычного его фильтрования через бумажный фильтр. При этом просмотр сока через рефрактометр облегчается, а показатели его концентрации почти не

отличаются от истинных: либо расхождений нет, либо отмечаются отклонения в пределах 0,1—0,2%, что находится в пределах ошибки опыта. В связи с этим фильтрование рекомендуется в качестве одного из приемов осветления клеточного сока при определении его концентрации полевым рефрактометром (Белик, 1961, 1967).

К сожалению, этим и ограничиваются данные по определению потребности огурцов в воде при помощи физиологических методов. Необходима дальнейшая работа в этом направлении, в частности при учете сортовых особенностей огурцов.

### **ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОГУРЦОВ, ВЫРАЩИВАЕМЫХ В ТЕПЛИЦАХ ГИДРОПОННЫМ СПОСОБОМ**

В последние годы все более широкое распространение начинает получать выращивание овощей (главным образом томатов и огурцов) в защищенном грунте без почвы, на минеральных субстратах. Это так называемый гидропонный способ. Он дает возможность управлять водным режимом и питанием, а в конечном итоге ростом и развитием растений, сокращает затраты труда за счет исключения таких операций, как полив, подкормка, рыхление почвы, прополка, освобождает от необходимости частой замены грунтов, облегчает борьбу с болезнями и вредителями и пр.

Выращивать овощи этим способом можно либо совсем без твердого субстрата (водная культура), либо на отличном от почвы субстрате (щебень, гравий, песок). Разновидностью гидропоники является так называемая «аэропоника» — метод, разрабатываемый И. Г. Мурашом (1963, 1964). При этом способе выращивания корневая система растений находится в воздушной среде и периодически опрыскивается питательным раствором.

История возникновения и распространения гидропонного способа выращивания растений довольно подробно изложена в работах В. А. Чеснокова (1957, 1960). Мы лишь отметим, что в нашей стране наиболее полные исследования этого способа выращивания овощей проведены в Ленинградском государственном университете В. А. Чесноковым с сотрудниками (1957, 1960), в Институте овощного хозяйства С. Ф. Ващенко (1957, 1962, 1963, 1965, 1966). И. Г. Мурашом и Е. А. Горшуновой (1957), на овощной опытной станции ТСХА Н. П. Родниковым (1963, 1964, 1965), в Институте физиологии растений АН СССР З. И. Журбицким и Л. А. Соколовой (1962), З. И. Журбицким (1965). В этих исследованиях получены четкие положительные результаты этого спо-

способа выращивания овощей, примененного в различных модификациях. В экспериментах ряда других авторов эффективность этого метода отмечена во многих, различных по климатическим условиям зонах нашей страны и за рубежом.

В результате проведенных С. Ф. Ващенко (1957—1966) опытов было показано, что выращивание огурцов сорта Многоплодный на искусственных средах с питательным раствором В. А. Чеснокова и Е. Н. Базыриной (1957) способствует ускорению развития растений на 3—4 дня и повышению урожая, особенно при гравийной культуре. В среднем за три года (1958—1960) урожай огурцов на почве составил 21,7 кг/на 1 м<sup>2</sup> стеллажа, на щебне при толщине слоя 15 см — 25,9 кг, а при толщине слоя 20 см — 27,4 кг/м<sup>2</sup>, при выращивании на водной культуре урожай составил — 22,9 кг/м<sup>2</sup> (Ващенко, 1962). При этом было отмечено снижение затрат труда и повышение доходности культуры на гравии в сравнении с почвенной культурой.

Исследования С. Ф. Ващенко (1965) также показали, что огурцы в период от посадки до цветения потребляют из раствора аммиачного азота 74%, нитратного азота 51%, фосфора 63%, окиси калия 64%, магния 56% и кальция 49% от количества вещества, находящегося в растворе. К началу плодоношения уровень потребления калия, магния, кальция и аммиачного азота несколько снижается, а уровень потребления нитратного азота и фосфора возрастает. В период массового плодоношения уровень потребления калия, магния, аммиачного азота и фосфора вновь возрастает; потребление нитратного азота остается на прежнем уровне, а потребление кальция снижается. Поскольку в опытах в течение всей вегетации поддерживался постоянный состав питательного раствора, эти данные указывают на то, что растения огурцов поглощают питательные элементы из раствора не пассивно, а активно, избирательно, причем потребности в отдельных элементах питания в течение вегетации меняются. Эти данные подтверждают справедливость мнения Н. П. Родникова (1963, 1964) и ряда других исследователей о том, что растения огурцов следует питать дифференцированно, учитывая их потребность в тех или иных элементах минерального питания в различные фазы вегетации.

На Лосиноостровском отделении экспериментального хозяйства НИИОХ и в совхозе «Марфино» (г. Москва) в теплицах при зимне-весенней культуре изучали влияние на рост, развитие и продуктивность растений огурцов сорта Многоплодный различных концентраций питательного раствора при разных соотношениях нитратного и аммиачного азота на фоне различного обеспечения растений калием при выращивании рассады. Одновременно проводились биологические и физиологические исследования растений, выращенных на

разных питательных растворах, в сравнении с растениями на почвенной культуре с целью дать биологическую оценку способу выращивания огурцов на искусственных средах (Белик, Ващенко, Вдовина, Кордичева, 1964).

Изучали следующие режимы выращивания растений:

1. Рассада в торфо-перегнойных горшочках, культура на почве (контроль).

2. Рассада и культура огурцов на гравии с различным составом питательных веществ в период выращивания рассады:

а) раствор Чеснокова: концентрация раствора 0,1%, соотношение  $N : P_2O_5 : K_2O = 1,0 : 0,6 : 1,65$  и  $NO_3 : NH_4 = 3 : 1$  (контроль);

б) двойная концентрация раствора Чеснокова при том же соотношении питательных веществ;

в) раствор с повышенной дозой калия:  $N : P_2O_5 : K_2O = 1,0 : 0,6 : 3,0$  и  $NO_3 : NH_4 = 1 : 1$ ;

г) раствор Чеснокова + гуминовая кислота в форме гумата натрия в концентрации 0,0032%.

Раствор с повышенной дозой калия и соотношением нитратного и аммиачного азота 1 : 1 состоял из следующих компонентов (г/1000 л): аммиачной селитры 450; суперфосфата 550; калия сернокислого 380; магния сернокислого 300. Микроэлементы вносили в одинаковом количестве во все питательные растворы (по Элисс и Суони). В период выращивания огурцов питание растений во всех вариантах опыта на гравии проводилось на растворе Чеснокова и Базыриной в одинаковой концентрации.

Качество рассады, выращенной на различных питательных растворах, характеризуется следующими данными (табл. 148).

Как видно из данных табл. 148, повышение концентрации питательного раствора до 0,2% увеличивало содержание сухих веществ, а повышение дозы калия и изменение соотно-

Таблица 148

Содержание сухих веществ и величина ассимиляционной поверхности рассады огурцов, выращенной на различных питательных растворах

Питательный раствор	Содержание сухих веществ в растениях, %	Ассимиляционная поверхность, см <sup>2</sup>
Раствор Чеснокова и Базыриной . . . . .	7,33	360
Раствор Чеснокова двойной концентрации	8,74	357
Раствор с повышенной дозой калия при соотношении $NO_3 : NH_4 = 1 : 1$ . . . . .	8,22	385

шения нитратного азота к аммиачному с 3:1 до 1:1 увеличивало как содержание сухих веществ в растениях, так и ассимиляционную поверхность рассады.

При сравнении различных питательных растворов было отмечено, что как одинарная, так и двойная концентрация раствора Чеснокова пригодны для выращивания рассады. Урожай в этих вариантах опыта были практически одинаковые: в среднем за три года 22,3 кг/м<sup>2</sup> стеллажа при одинарной концентрации и 22,4 кг при двойной. Положительное влияние оказало увеличение дозы калия в период выращивания рассады: ранний урожай при этом повысился в сравнении с контролем (одинарная концентрация раствора Чеснокова) на 8,5%, а общий урожай — на 4,6%.

Биологическую и физиологическую оценку различных способов выращивания и условий питания проводили главным образом в рассадный период.

Как показали наблюдения, начиная с первых дней выращивания рассады рост корневой системы растений на почве был значительно слабее, чем у растений на гравии (табл. 149).

Таблица 149

**Влияние условий питания рассады огурцов на рост корневой и надземной системы растений**

Вид субстрата и питательного раствора  Показатели (23-дневная рассада)	Почва	Гравий, раствор Чеснокова			Раствор с повышенной дозой калия
		концентрация 0,1%	концентрация 0,2%	плюс гумат натрия	
Объем корней, см <sup>3</sup> . . . . .	1,60	5,92	8,00	5,27	4,12
Воздушно-сухой вес, г:					
корней . . . . .	0,19	0,75	0,97	0,57	0,45
надземной части . . . . .	2,94	3,09	3,56	2,34	2,91
всего растения . . . . .	3,11	3,84	4,53	2,91	3,36
Отношение сухого веса корней к сухому весу надземной части . . . . .	0,66	0,21	0,27	0,41	0,15
Ассимиляционная поверхность одного растения, см <sup>2</sup> . . . . .	356	451	467	401	478

Объем корней у рассады при выращивании на гравии был в 3,6 раза больше, чем при выращивании на почвенном субстрате. Однако по размеру надземной части растений разница была значительно меньшей, хотя и здесь рассада на гравии была более мощная. Вследствие этого отношение воздушно-сухого веса корней к надземной части у растений, выращенных на гравии, также было значительно выше, чем у растений, выращенных на почве.

Высокая концентрация питательного раствора (0,2%) в первые дни задержала ростовые процессы у растений в срав-

нении с растениями варианта «концентрация — 0,1%». Это говорит о высокой чувствительности молодых растений огурцов к концентрации почвенного раствора. Однако к концу периода выращивания рассады растения этого варианта, особенно их корневая система, были значительно более мощными, чем контрольные растения. Говоря иными словами, в этот период растения огурцов более отзывчивы на повышенную концентрацию раствора, чем в первые дни.

Особенно интересны данные по поглощающей поверхности корневой системы растений, что является самым важным показателем работоспособности корня. Как видно из табл. 150, у растений, выращенных на почве, поглощающая поверхность корневой системы, выраженная как в абсолютных числах (в объеме корней), так и в сравнении с общей адсорбирующей поверхностью в расчете на 1 см<sup>3</sup>, значительно ниже, чем у растений, выращенных на гравийном субстрате. Это говорит о качественном превосходстве корневой системы рассады при выращивании на гравии.

Таблица 150

**Общая адсорбирующая и рабочая поглощающая поверхность корневой системы растений огурцов при различных условиях питания**

Показатели	Вид субстрата и питательного раствора	Почва	Гравий, раствор Чеснокова			Раствор с повышенной дозой калия
			концентрация 0,1%	концентрация 0,2%	плюс гумат натрия	

*15-дневная рассада*

Поверхность корней, м <sup>2</sup> :					
общая адсорбирующая . . . . .	0,14	0,85	0,86	0,84	0,73
рабочая поглощающая . . . . .	0,04	0,25	0,38	0,41	0,32
недействительная . . . . .	0,10	0,60	0,48	0,43	0,41
Удельная поверхность корней (одного см <sup>3</sup> ):					
общая адсорбирующая, м <sup>2</sup> . . . . .	0,70	0,66	0,70	0,63	0,57
рабочая поглощающая, м <sup>2</sup> . . . . .	0,19	0,20	0,31	0,31	0,25
рабочая поглощающая, % от общей адсорбирующей . . . . .	27,14	30,30	44,29	49,21	43,86

*23-дневная рассада*

Поверхность корней, м <sup>2</sup> :					
общая адсорбирующая . . . . .	1,35	2,87	4,23	3,01	2,98
рабочая поглощающая . . . . .	0,42	1,41	2,10	1,39	1,37
недействительная . . . . .	0,93	1,46	2,13	1,62	1,61
Удельная поверхность корней (одного см <sup>3</sup> ):					
общая адсорбирующая, м <sup>2</sup> . . . . .	0,84	0,48	0,53	0,57	0,72
рабочая поглощающая, м <sup>2</sup> . . . . .	0,26	0,24	0,26	0,26	0,33
»           » % от общей адсорбирующей . . . . .	30,95	50,00	49,28	45,61	45,83



Различия в химическом составе питательных растворов оказали меньшее влияние на рост и развитие корневой системы растений, чем разница в субстрате (почва и гравий). Однако можно отметить, что при выращивании на растворе Чеснокова повышенной концентрации объем корней у растений был больше и они росли быстрее. Более высокая удельная общая и рабочая поглощающая поверхность корней отмечалась при повышенном содержании калия, что было особенно заметно на последнем этапе выращивания рассады. Калий, по-видимому, стимулирует рост корневой системы. Вероятно, этим и был обусловлен наиболее высокий общий урожай и количество ранней продукции в этом случае.

Усиленное калийное питание влияет и на интенсивность транспирации растений. Наименее интенсивную транспирацию имели растения, выращиваемые на гравийном субстрате на растворе с гуматом натрия (табл. 151).

Таблица 151

**Интенсивность транспирации и сосущая сила листьев  
огурцов в рассадный период при различных  
условиях питания**

Варианты опыта	Интенсивность транспирации, г/дм <sup>2</sup> час			Сосущая сила, атм. (среднее из определен- ный 26/III и 2/IV)
	2/IV, в 10—11 час	2/IV, в 13—14 час	10/IV, в 8—9 час	
Почва . . . . .	0,38	0,55	1,32	4,81
Гравий, раствор Чеснокова:				
концентрация 0,1% . . . . .	0,40	0,57	1,43	6,01
концентрация 0,2% . . . . .	0,42	0,58	1,38	6,97
с гуматом натрия . . . . .	0,28	0,53	1,42	6,42
Гравий, раствор с повышенной дозой калия . . . . .	0,48	0,63	1,44	4,81

Как видно из табл. 151, у растений, выращиваемых на почвенном субстрате, интенсивность транспирации была несколько слабее, чем при выращивании на гравии, что было отмечено при периодических анализах в процессе вегетации растений и при изучении дневного хода транспирации. Это, безусловно, связано с отмеченной выше более активной деятельностью корневой системы растений, выращиваемых на гравии. Интенсивность транспирации возрастает и с увеличением возраста растений в рассадный период.

У молодых растений, выращиваемых как на почве, так и на гравии, наблюдается прямая зависимость интенсивности транспирации от температуры и обратная зависимость от относительной влажности воздуха.

Сосущая сила листьев растений, как и интенсивность транспирации, была обычно несколько выше при выращивании их на гравийном субстрате, чем на почве, особенно при повышенной концентрации питательного раствора.

Содержание хлорофилла в листьях молодых растений, выращенных на почве, было выше, чем на гравии (табл. 152).

Таблица 152

**Содержание хлорофилла и фотосинтез растений огурцов в рассадный период на различных субстратах и питательных растворах**

Варианты опыта	Содержание хлорофилла, % на воздушно-сухой вес		Интенсивность фотосинтеза, мг/дм <sup>2</sup> в час	Истинный фотосинтез (включая расходы на дыхание), мг/дм <sup>2</sup> в час
	19-дневная рассада	29-дневная рассада		
Почва . . . . .	6,35	2,80	2,99	5,65
Гравий, раствор Чеснокова:				
концентрация 0,1% . . . . .	5,47	2,88	5,64	8,30
концентрация 0,2% . . . . .	5,38	3,37	5,65	6,31
с гуматом натрия . . . . .	5,12	3,45	3,51	8,63
Гравий, раствор с повышенной дозой калия . . . . .	5,05	3,51	6,69	8,68

Впоследствии растения, по-видимому, приспособились к выращиванию на гравии и начали синтезировать хлорофилл более активно, чем на почве.

Как следует из данных табл. 152, процентное содержание хлорофилла в молодых растениях было выше, чем к концу выращивания рассады, когда происходили усиленные ростовые процессы. Интенсивность фотосинтеза в растениях на гравии была более высокая, чем на почве, особенно при повышенном содержании калия в питательном растворе.

Растения, выращенные на гравии, содержали значительно больше фосфора и калия и меньше азота, кальция и магния, чем растения, выращенные на почве. Особенно много питательных элементов содержали растения, выращенные на гравии с двойной концентрацией питательного раствора.

Как и в рассадный период, у растений, высаженных на гравий, интенсивность транспирации также была значительно выше, чем у растений при почвенной культуре. Растения, выращенные на питательном растворе с повышенной концентрацией калия, отличались более высокой интенсивностью транспирации в сравнении с растениями, выращенными в других условиях.

Повышенная транспирация растений, выращенных на гравии, по-видимому, обусловлена повышенной деятель-

ностью их корневой системы, которая у этих растений имеет больший размер, более высокую адсорбирующую и рабочую поглощающую поверхность, чем у растений, выращенных на почве. Такая корневая система более интенсивно обеспечивает растения влагой и питательными веществами, что ведет и к повышенной транспирации. Этому также способствует повышенная сосущая сила листьев у растений при выращивании на гравии (в среднем 5,9—6,5 атм против 4,9 атм в контроле).

Изучение химического состава плодов огурцов, выращиваемых на почве и на гравии, показало, что содержание аскорбиновой кислоты в плодах растений, выращиваемых на гравии, выше, чем на почве, а по содержанию сухих веществ плоды растений при различных условиях выращивания практически не различаются (табл. 153).

Таблица 153

Качество плодов огурцов, выращенных на различных субстратах после различной подготовки рассады

Варианты опыта	Содержание аскорбиновой кислоты, мг % на сырое вещество	Содержание сухих веществ, %
Рассада и культура на почве . . . . .	7,14	3,1
Рассада и культура на гравии с раствором Чеснокова:		
раствор при подготовке рассады концентрации 0,1% . . . . .	9,84	3,0
концентрации 0,2% . . . . .	9,82	3,3
с гуматом натрия . . . . .	9,93	2,6
Гравий, раствор с повышенной дозой калия	11,13	2,6

В заключение следует отметить, что гравийная культура огурцов обеспечивает нормальный ход основных физиологических процессов в растениях, причем нередко на более высоком уровне, чем при культуре растений на почве, и гарантирует при соблюдении соответствующей агротехники получение высокого урожая плодов хороших вкусовых качеств.

## УСТОЙЧИВОСТЬ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ ТЕМПЕРАТУРНЫМ УСЛОВИЯМ

### ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

Огурцы, которые произошли из зоны влажных тропиков, очень требовательны к теплу, особенно тепличные и южные сорта. Оптимальная температура для роста растений тепличных сортов огурцов в солнечные дни 26—30°, в пасмурные 20—22°, в ночное время 18—20°. При температуре ниже 15° и выше 40° наблюдается остановка в росте. Парниковые сорта менее требовательны к теплу, но и для них следует избегать температуры ниже 12°.

Сорта северного происхождения, выращиваемые в открытом грунте, переносят более низкие температуры, чем сорта южного происхождения, хотя при этом происходит задержка в росте и развитии растений и снижение их продуктивности. Нормальное развитие растений в открытом грунте происходит при средней суточной температуре не ниже 15°, а оптимальной является температура 25—27°. Даже положительные низкие температуры (3—10°) вызывают задержку в росте и развитии растений, снижают их продуктивность, а при длительном воздействии приводят к гибели. В опытах, проведенных С. М. Ивановым (1935) с сортом огурца Белизовский совхоз, при охлаждении молодых всходов на протяжении трех суток при температуре +3° погибло около 57% растений, а при охлаждении в течение семи суток погибли почти все растения. В опытах В. Ф. Белика и С. М. Плаховой (1964) в условиях крайне неблагоприятного по температурным условиям 1962 года при длительном снижении среднесуточной температуры до уровня около 10° большинство растений погибло в фазе семядолей; через 7 дней после начала похолодания у различных сортов погибло от 15 до 35% взошедших растений, а через 9 дней осталось всего 8,6—17,4% растений.

Признаки повреждения растений от холода проявляются уже через 1—2 дня после начала охлаждения: наблюдается

ослабление тургора тканей листьев и их завядание, что является следствием повреждения или отмирания протоплазмы клеток. Завядание начинается всегда с более старых листьев и их частей и распространяется затем вверх по стеблю, а на листьях распространяется от краев к центру. Последними отмирают молодые листья и точки роста.

На холодостойкость огурцов значительное влияние оказывают условия их выращивания. Так, в опытах, проведенных С. М. Ивановым (1935), огурцы, предварительно выращиваемые в тепле, обнаруживали признаки повреждения уже на третьи сутки после охлаждения при  $+3^{\circ}$ . У растений, выращиваемых при пониженной температуре (средний минимум  $3,5^{\circ}$ , средний максимум  $6,5^{\circ}$ ), семядоли начали завядать на седьмые сутки охлаждения, а отмирать еще позднее. Огурцы, выращиваемые при нормальном освещении, начали повреждаться только после трехсуточного охлаждения, а в условиях ослабленного освещения на третьи сутки погибли полностью.

Холодостойкость огурцов изменяется с возрастом. Однако этот вопрос изучен еще недостаточно, а имеющиеся в литературе данные несколько противоречивы. С. М. Иванов (1935) отмечает, что растения огурцов в фазе 1—3 настоящих листьев более устойчивы к холоду, чем в фазе семядолей. Однако, по данным П. А. Генкеля и С. В. Кушниренко (1959), наиболее устойчивы к холоду листья цветущих растений. В опытах, проведенных этими авторами, охлаждение 24-дневных, еще не цветущих растений при  $+3^{\circ}$  вызвало повреждение и частичную гибель листьев через 3 суток. Охлаждение 32-дневных растений (в фазе бутонизации) повреждало листья через 7 суток, а 40-дневные цветущие растения начали повреждаться после охлаждения в течение 9 суток. В опытах В. Ф. Белика (1967) отмечено, что наиболее чувствительны к холоду молодые всходы огурцов. Когда же они окрепнут (в фазе 1—2 листьев), их устойчивость к холоду значительно повышается.

Особенно чувствительны растения огурцов к отрицательным температурам. Уже при заморозке в  $-1^{\circ}$  часть растений гибнет или подмерзает, а при  $(-3)$  —  $(-4^{\circ})$  большинство растений гибнет в течение короткого времени (Иванов, 1935; Андросова, 1940). Отдельные ткани растений гибнут значительно раньше, при более высоких температурах и меньших экспозициях охлаждения. Например, в опытах по оценке холодостойкости различных сортов огурцов было установлено (Белик, 1960, 1963а), что при охлаждении отделенных от растения листьев 40—45-дневных растений огурцов в течение одного часа при  $-1^{\circ}$  гибнут почти все клетки эпидермиса, независимо от сорта (в растворе сахарозы не плазмолизируют). Даже при экспозиции 30 мин при  $-1^{\circ}$  или один час при  $0^{\circ}$  гибнет значительная часть клеток.

Обычно корневая и надземная система растений растут и развиваются при различном температурном режиме. Как правило, надземная часть растет и развивается при более высоких температурах, чем корневая система, вследствие чего температурный оптимум для последней обычно ниже, чем для надземной части.

Изучая реакцию растений на различные температуры, С. И. Радченко (1940, 1961) показал, что ввиду пространственной обособленности различные органы растений различаются физиологически, морфологически и филогенетически. В частности, им отмечено, что внутри клетки, между клетками, тканями и органами растений всегда имеет место температурный градиент. Верхняя часть растений имеет наиболее высокую температуру, температура средней части растений несколько ниже, а корневая система имеет самую низкую температуру. Надземные органы растений, обычно находящиеся при более высокой температуре, чем корни, имеют приспособительные органы от перегрева, а корни приспособлены к защите от низкой температуры.

Как отмечает С. И. Радченко, температурный градиент между растением и почвой может быть положительным, когда температура почвы выше, чем температура воздуха, нулевым при одинаковой температуре почвы и воздуха и отрицательным, когда температура почвы ниже температуры воздуха.

Высшие растения, по данным С. И. Радченко, приспособлены к отрицательному температурному градиенту. Например, проводя опыты с огурцами сорта Муромский, автор отметил, что при температуре воздуха  $22^{\circ}$  и температуре почвы  $10-12^{\circ}$  (отрицательный градиент) корневая и надземная системы растут интенсивнее, имеют больший размер, больший сырой и сухой вес, чем при температуре воздуха  $22^{\circ}$ , а почвы  $34-36^{\circ}$  (положительный градиент). При температуре воздуха и почвы  $22^{\circ}$  (нулевой градиент) также получены лучшие результаты, чем при положительном градиенте.

Приводя данные С. И. Радченко, по мнению которого оптимум температуры корневой системы ниже, чем для надземной системы, считаем необходимым отметить следующее. В производственной практике возделывания огурцов (и бахчевых культур) установлено, что при резких и длительных понижениях температуры, ведущих к гибели растений от холода, в первую очередь отмирает корневая система — она оказывается более чувствительной к пониженной температуре, чем надземная часть растения. Хотя оптимум температуры для нормального роста и развития надземной части растения лежит выше, чем для корневой системы, она является более лабильной, более приспособленной к колебаниям температуры, чем корневая система.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РЕАКЦИЯ СЕМЯН И РАСТЕНИЙ ОГУРЦОВ НА НИЗКИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНЫЕ ТЕМПЕРАТУРЫ

Физиологическая реакция теплолюбивых видов растений на низкие положительные температуры давно привлекает внимание исследователей. Глубокое и всестороннее изучение этого вопроса позволило бы установить причины гибели растений при низких температурах, а следовательно, и облегчить нахождение путей и способов повышения их устойчивости к неблагоприятным температурным воздействиям.

Наиболее полные исследования этого вопроса с культурой огурца проведены А. В. Благовещенским, П. А. Генкелем, Л. А. Незговоровым, В. Н. Жолкевичем и В. Ф. Беликом, А. В. Благовещенский (1938, 1946, 1949) в опытах с сортом Нежинский установил, что у покоящихся семян активность ферментов очень низкая. При прорастании их в условиях постоянной температуры, равной 22°, активность каталазы возрастает, а температурный коэффициент ( $Q_{10}$ ) снижается, что говорит о повышении качества ферментов. У проростков, подвергавшихся охлаждению в течение 48 час при 2°, активность каталазы также возрастает, причем повышение активности при 15° происходит быстрее, чем при 25°. Это говорит о том, что при охлаждении проростков изменяется качество каталазы. Активность сахаразы в покоящихся семенах также низкая. При прорастании семян она возрастает, причем у охлажденных проростков активность сахаразы возрастает непрерывно, а у неохлажденных после некоторого подъема наступает снижение, т. е. стабильность активности сахаразы у охлажденных проростков выше, чем у неохлажденных. Аналогичные изменения наблюдались и в активности фермента дипептазы. Автор считает, что такие явления, как холодостойкость растений и охлаждение семян, обязаны в своей основе изменению качества ряда ферментов в сторону его повышения.

П. А. Генкель, К. П. Марголина (1949), П. А. Генкель и С. В. Кушниренко (1959, 1966) показали, что под влиянием охлаждения у растений огурцов происходит повышение вязкости протоплазмы, в связи с чем они считают, что причиной повреждения и гибели огурцов и других видов растений от холода является резкое повышение вязкости протоплазмы при охлаждении, приводящее к замедлению обмена, распаду белков и, наконец, к агрегации и коагуляции протоплазмы.

Большую работу по изучению физиологических изменений, происходящих под влиянием охлаждения у различных по холодостойкости видов растений, провел В. Н. Жолкевич (1952, 1955).

На основе изучения физиологической реакции холодостойких (конские бобы, подсолнечник) и теплолюбивых (огу-

рец) видов растений В. Н. Жолкевич пришел к выводу, что теплолюбивые растения огурцов гибнут при охлаждении от нарушения согласованности физиологических процессов. Наиболее существенным проявлением нарушения этой согласованности является нарушение требуемого соотношения между процессами синтеза и распада. Это выражается в уменьшении сухого веса растений и подавлении фотосинтеза, в утрате способности к ферментативному синтезу сахарозы и усилению ее распада, в сохранении дыхания на высоком уровне и даже его активации, в возрастающей активности пероксидазы, в увеличении количества растворимых азотистых соединений. Одновременно изменяется физико-химическое состояние протоплазмы, одним из проявлений чего являются патологические изменения в хлоропластах.

Особенно большое значение в явлениях холодостойкости растений В. Н. Жолкевич придает энергетическим процессам. Отмечая, что основной причиной гибели растений огурцов от холода является расстройство обмена веществ, он высказывает мнение, что это расстройство выражается прежде всего в нарушении равновесия между получением энергии в процессе дыхания и эффективностью ее использования, между высокой интенсивностью дыхания и подавленными синтетическими процессами, т. е. в неэффективном использовании получаемой энергии. По его данным, промежуточные системы, которые передают к местам потребления энергию, получаемую в процессе дыхания, нарушаются под влиянием низких температур, вследствие чего дыхание теряет при этом свое физиологическое значение, приобретая патологический характер.

Важную роль энергетических явлений в холодостойкости растений (в частности, процессов фосфорилирования, имеющих большое значение в использовании энергии дыхания) отмечает в своих работах С. В. Кушниренко (1958, 1961, 1962, 1964).

Как показали исследования ряда авторов, при охлаждении теплолюбивых растений, в частности огурцов, происходит нарушение различных процессов, связанных с обменом веществ, которое ведет к патологическим и приспособительным реакциям. По данным Шпренгера (Spranger, 1941), П. А. Генкеля и К. П. Марголиной (1949), И. М. Кислюк (1964), С. В. Кушниренко (1962), Э. Ф. Шабельской (1964), В. Ф. Белика (1960, 1963а, 1966, 1968), В. Ф. Белика и С. М. Тюриной-Плаховой (1965), под влиянием охлаждения проростков и растений огурцов в них происходит ослабление новообразования хлорофилла, изменение морфологии и разрушение хлоропластов, что ведет к снижению процесса фотосинтеза.

Отмечено нарушение водного баланса в растениях при



пониженных температурах (Schroeder, 1939; Raleigh, 1941; Незговоров, Соловьев, 1965).

В приведенных выше данных по исследованию физиологии холодостойкости огурцов опыты проводились, как правило, с одним или двумя сортами. Между тем различия между сортами настолько большие, что иногда выходят за пределы вида и судить о культуре в целом по данным, полученным на примере одного сорта, очень трудно, а в ряде случаев невозможно.

В связи с этим большое значение имеет изучение физиологических особенностей растений отдельных сортов огурцов, что позволит получить более полные и более правильные представления о культуре в целом. Исследование холодостойкости различных сортов, физиологических изменений, происходящих в них под влиянием охлаждения, позволит более правильно подойти к разработке и практическому применению приемов повышения холодостойкости растений и выявлению причин повреждения и гибели их при пониженных температурах.

В. Ф. Беликом с сотрудниками проведены многолетние исследования физиологии холодостойкости и путей ее повышения у растений огурцов (Белик, 1960, 1963, 1963а, 1966, 1967, 1968; Белик, Плахова, 1964; Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Белик, Тюрина-Плахова, 1965; Белик, Соломина, Тюрина, 1966; Белик, Бамбурова, Соломина, Добрунова, 1967; Белик, Андреева, Кособоков, 1967).

Изучалась физиологическая реакция семян и растений различных по холодостойкости сортов на воздействие пониженных температур. Из физиологических показателей использовались те, которые играют определенную роль в холодостойкости растений: изменение в семенах под влиянием охлаждения активности фермента липазы и содержания аскорбиновой кислоты, изменение в растениях вязкости протоплазмы, содержания хлорофилла, аскорбиновой кислоты, сухих веществ, воды, общего азота и пр.

Опыты по изучению влияния охлаждения семян и растений различных сортов огурцов на их физиологические особенности показали, что как искусственное охлаждение семян и растений, так и воздействие неблагоприятных метеорологических условий выращивания оказывают влияние не на один какой-либо физиологический процесс, а на все стороны жизнедеятельности растений, т. е. на обмен веществ в целом. В качестве примера приведем некоторые данные по изучению реакции растений различных сортов огурцов на низкие температуры.

В опытах 1959 г. семена различных сортов высевали в мае в посевные ящики, установленные в парник, где температура поддерживалась в среднем на уровне 15—20° днем и

10—15° ночью. В фазе 2—3 листьев растения охлаждали в холодильнике в течение 1 час при 0° или в течение 30 мин при —1° и в естественных условиях (в открытом парнике) во время похолодания в течение 4 суток при температуре ночью 2,5—7° и днем около 10—12°, а также при сочетании естественного и искусственного охлаждения. Физиологические исследования проводили до и после охлаждения растений через различные интервалы времени.

В 1961 г. подопытные растения выращивали в посевных ящиках в парнике в период с 25/IV по 12/V. Охлаждение растений проводили в более поздний период, чем в 1959 г., в фазе *бутонизация — цветение* в холодильной камере фито-трона ИФР АН СССР. Длительность охлаждения — трое суток при температуре 4—7°. После охлаждения (16—20 мая) растения были перенесены в открытый грунт, где среднесуточная температура была равна 15—22° с минимумом 11°. Охлаждению подвергали растения, выращенные из обычных семян и семян, подвергнутых закалке переменными температурами: 7 дней при температуре ночью в течение 6 час (—2°) — (—3°), днем в течение 18 час при +18°.

Испытывали сорта огурцов различного происхождения: южные, теплолюбивые (Донской 175, Астраханский 136, Азовка 5, Чернобривец 48), сорт центральной полосы европейской части СССР Неросимый 40 и сорта более северного происхождения, относительно холодостойкие (Муромский 36, Алтайский ранний 166).

Во всех опытах во время охлаждения видимых изменений в растениях под влиянием холода отмечено не было. Однако после помещения растений в тепло у них, особенно начиная со второго дня воздействия теплом, начали появляться признаки завядания. Вначале эти признаки отмечались у некоторых, а затем у всех растений теплолюбивых сортов. Завядание вначале было незначительным, затем усиливалось и к концу 5—6-го дня после перенесения растений в тепло листья их пожелтели и полностью завяли. У северных сортов (Муромский 36, Алтайский ранний 166) завядание началось позднее, чем у южных сортов, проявилось в меньшей степени и у большинства растений имело обратимый характер: тургор у них постепенно восстановился, и они не погибли. При охлаждении растений в условиях менее жесткого режима процессы завядания проявлялись в меньшей степени.

При изучении физиологической реакции растений на охлаждение установлено следующее.

Определение холодостойкости по числу живых клеток в листьях растений, выращенных в открытом грунте, проведенное по методике С. В. Кушниренко (1958), уточненной применительно к изучаемым культурам, показало, что при охлаждении отделенных от растений листьев в них происхо-

дит гибель значительной части клеток. Вместе с тем данные по холодостойкости растений, полученные этим методом, не соответствуют общеизвестным данным о более высокой холодостойкости северных сортов и меньшей холодостойкости южных сортов. Определенных различий между сортами при этом обнаружить не удалось. Это, вероятно, объясняется тем, что определение холодостойкости данным методом проводится в листьях, отделенных от растений, а устойчивость растений складывается из устойчивости надземной части и корневой системы. Поэтому для получения полной характеристики холодостойкости растений того или иного сорта необходимо получение данных и по корневой системе.

Таблица 154

Влияние охлаждения растений различных сортов огурцов в фазе 3—4 листьев на жизнеспособность клеток (% живых клеток во втором листе)

Дата	Условия опыта	Астраханский 136	Чернобривец 48	Муромский 36
25/V	Сразу после охлаждения в открытом парнике в течение 4 суток	94,2	86,0	40,0
25/V	То же. + охлаждение в холодильнике	3,1	49,6	7,9
26/V	Охлаждение в парнике + пребывание в течение суток в тепле при 17°, затем охлаждение в холодильнике	66,4	74,4	32,8
29/V	То же, но пребывание в тепле в течение 4 суток при 15—17°	69,6	49,9	70,0
1/VI	То же, но пребывание в тепле в течение 6 суток	10,6	7,2	90,8

В табл. 154 приводятся данные по влиянию охлаждения растений на жизнеспособность клеток в листьях различных сортов огурцов. Более высокая холодостойкость свойственна молодым растениям (фаза 2—3 листьев), а не взрослым (фаза бутонизации). Растения всех сортов, охлажденные в открытом парнике в течение четырех суток без выноса их в тепло, сохраняли довольно высокий процент живых клеток (первый анализ 25/V). Однако устойчивость этих растений к холоду была значительно снижена: охлаждение их в холодильнике при 0° в течение 1 час приводило к значительному увеличению процента гибели клеток (второй анализ 25/V). При переносе из холодного парника в теплое помещение у растений южных сортов жизнеспособность клеток продолжала снижаться, т. е. происходил необратимый процесс, а у северного

сорта Муромский 36 сначала было отмечено понижение жизнеспособности клеток, а затем шло ее восстановление (анализы 26/V, 29/V и 1/VI).

При определении вязкости протоплазмы у различных сортов огурцов, выращенных в открытом грунте, установлено, что наиболее высокая вязкость свойственна растениям сорта Донской 175 и Чернобривец 48, особенно в начале вегетации. Высокая вязкость плазмы была также у растений сорта Астраханский 136, Неросимый 40 и Алтайский ранний 166. Самая низкая вязкость была отмечена у растений сорта Азовка 5 и Муромский 37. С увеличением возраста растений увеличивалась и вязкость протоплазмы.

Повышение вязкости протоплазмы огурцов при кратковременном охлаждении растений в холодильнике наблюдалось у растений всех сортов (табл. 155).

Таблица 155

Влияние охлаждения растений различных сортов огурцов на вязкость протоплазмы (время смещения хлоропластов в *мин*)

Дата	Условия проведения опыта	Астраханский 136	Чернобривец 48	Муромский 36	Алтайский ранний 166
20/V	До охлаждения . . . . .	6,2	6,2	5,5	5,5
20/V	Охлаждение в холодильнике . . . . .	6,2	6,2	5,5	5,5
21/V	Охлаждение в холодильнике + 1 сутки в тепле . . . . .	7,2	7,5	6,0	6,0
25/V	Охлаждение в холодильнике + 4-дневное охлаждение в открытом парнике . . . . .	9,0	7,5	8,0	8,0
26/V	Охлаждение в парнике + 1 сутки в тепле при 17° и охлаждение в холодильнике . . . . .	7,0	8,5	7,0	7,5
29/V	Охлаждение в парнике + 4 суток в тепле (при 15—17°) . . . . .	8,2	9,0	8,2	8,2
1/VI	Охлаждение в парнике + 6 суток в тепле (15—17°) . . . . .	8,5	9,0	9,5	8,5

При этом повышение вязкости проявилось не сразу, а лишь через сутки после помещения растений в тепло. При дополнительном охлаждении растений в открытых парниках у большинства сортов произошло дальнейшее повышение вязкости протоплазмы.

Аналогичная картина наблюдалась при длительном охлаждении растений в естественных условиях, без предварительного охлаждения в холодильнике. Уже через сутки после помещения охлажденных растений в тепло было отмечено повышение вязкости протоплазмы у всех изучаемых сортов. Через 4—6 дней после охлаждения растений вязкость протоплазмы повысилась еще более.

Иные результаты были получены при длительном выращивании растений в полевых условиях при пониженных температурах. В этих условиях вязкость протоплазмы в течение всей вегетации была значительно ниже, чем при более благоприятных климатических условиях, что, по-видимому, было приспособительным явлением защитного порядка против неблагоприятных температурных условий, сложившихся в результате естественной закалки семян.

Опытами В. Н. Жолкевича (1952, 1955), Л. А. Незголова (1959) и других исследователей установлено, что низкие температуры вызывают подавление процесса фотосинтеза у теплолюбивых культур. Это связано с изменениями, происходившими в хлоропластах. Предполагается, что при воздействии холода нарушается связь хлорофилла с белком.

Изменение общего содержания хлорофилла под влиянием охлаждения является косвенным показателем способности растений к фотосинтезу. В табл. 156 представлены дан-

Таблица 156

**Влияние охлаждения растений различных сортов огурцов на содержание хлорофилла в листьях, % на сырое вещество**

Дата	Условия проведения опыта	Астраханский 136	Черно- бривец 48	Муром- ский 36	Алтай- ский ранний 166
18/V	До охлаждения . . . . .	0,84	0,85	0,44	0,58
22/V	Охлаждение в холодильнике и в ночь с 21 на 22/V в парнике при 3—5° . . .	0,79	0,66	0,72	0,61
26/V	Охлаждение в парнике в течение 4 суток + 1 сутки в тепле при 17° . . .	0,39	0,45	0,54	0,56
1/VI	То же, но пребывание в тепле в течение 6 суток . . . . .	0,29	0,52	0,47	0,40

ные, отражающие влияние охлаждения растений различных сортов огурцов на содержание хлорофилла в листьях (Белик, 1963). Анализировали 1—2 листья растений, находящихся в фазе 2—4 листьев.

Из данных табл. 156 следует, что листья молодых растений южных сортов до охлаждения имели более высокое содержание хлорофилла, чем листья северных сортов. Даже кратковременное охлаждение листьев южных сортов вызвало значительное снижение содержания хлорофилла, причем это снижение было вызвано не потерей воды, а, по-видимому, разрушением хлорофилла, поскольку снижение было отмечено при расчете не только на сырое, но и на сухое вещество. У северных сортов такого снижения не отмечалось (анализ 22/V).

Закалка семян не оказала существенного влияния на содержание хлорофилла в листьях, но несколько тормозила происходящее под влиянием охлаждения снижение содержания хлорофилла в листьях южных сортов.

Длительное охлаждение, даже при последующем помещении растений в благоприятные температурные условия, вызвало резкое прогрессирующее снижение содержания хлорофилла у всех сортов, причем особенно сильное у южных. Северные сорта не так резко реагировали на охлаждение; содержание хлорофилла у них было более устойчивым.

Содержание воды и концентрация клеточного сока в листьях различных сортов огурцов под влиянием охлаждения также меняется по-разному. Растения южных сортов в нормальных условиях имеют более высокое содержание воды и меньшую концентрацию клеточного сока в листьях, чем растения северных сортов (табл. 157).

Таблица 157

Влияние охлаждения растений различных сортов огурцов на содержание воды (в %) в их листьях (фаза 2—4 листа, анализ 1—2 листьев снизу)

Дата	Условия проведения опыта	Астраханский 136	Алтайский ранний 166
18/V	До охлаждения . . . . .	87,89	83,61
25/V	4 суток охлаждение + 1 сутки в тепле .	64,17	67,24
1/VI	4 суток охлаждение + 6 суток в тепле .	37,20	47,74

После охлаждения, особенно при последующем выдерживании в тепле, у растений южных сортов резко снижается содержание воды в листьях и повышается концентрация клеточного сока. У растений северных сортов оводненность тканей снижается в меньшей мере, а концентрация клеточного сока в первый период охлаждения повышается с последующим восстановлением до прежнего уровня.

Внешнее нарушение нормального состояния у растений, подвергнутых охлаждению, а затем помещенных в тепло, проявляется в виде завядания листьев, особенно ясно заметного у сортов южного происхождения, у которых завядание начинается раньше и проявляется в более сильной степени.

Известно, что аскорбиновая кислота принимает активное участие в окислительно-восстановительных процессах, от уровня которых в значительной степени зависит устойчивость растений к неблагоприятным погодным условиям. В табл. 158 представлены данные, отражающие последствие охлаждения на содержание аскорбиновой кислоты у закаленных и незакаленных к холоду растений различных сортов огурцов. Из

**Влияние закалки семян к холоду и охлаждения растений на содержание аскорбиновой кислоты в листьях (в мг % на сырой вес)**

Условия опыта	Муромский 36		Алтайский ранний 166		Астраханский 136		Донской 175	
	конт-роль	закалка	конт-роль	закалка	конт-роль	закалка	конт-роль	закалка
До охлаждения . . .	85,2	113,9	—	—	107,2	107,9	105,1	98,2
Охлаждение + 1 сут-ки в тепле . . .	118,4	138,1	88,5	104,5	95,1	105,1	60,3	84,8
Охлаждение + 5 су-ток в тепле . . .	146,1	152,9	92,7	92,8	—	—	53,5	89,8

приведенных данных видно, что закалка семян вызывала повышение содержания аскорбиновой кислоты в листьях холодостойких сортов огурцов. У южных сортов при нормальных условиях выращивания такого повышения не было отмечено.

Охлаждение растений более холодостойких сортов также сопровождалось усилением накопления аскорбиновой кислоты. У южных сортов, наоборот, под влиянием охлаждения количество аскорбиновой кислоты снижалось. Однако у закаленных растений это снижение происходило в меньшей степени, чем у незакаленных. По-видимому, повышение содержания аскорбиновой кислоты под влиянием пониженных температур является защитной реакцией растений против неблагоприятных температурных условий, причем эта реакция на изменение условий среды происходит быстрее и в более сильной степени у северных, холодостойких сортов (особенно у сорта Муромский 36).

Под воздействием пониженных температур происходило понижение содержания общего азота в листьях, которое продолжалось и после помещения растений в тепло (табл. 159).

Итак, воздействие на растения пониженными положительными температурами вызывает ряд патологических из-

Таблица 159

**Изменение содержания общего азота в листьях растений под влиянием охлаждения (в % на сухой вес)**

Сорта	До охлажде-ния	Охлаждение + 1 сутки в тепле	Охлаждение + 5 суток в тепле
Муромский 36 . . . . .	0,477	0,448	0,331
Алтайский ранний 166 . . . . .	0,480	0,448	0,393
Астраханский 136 . . . . .	0,487	—	0,351
Донской 175 . . . . .	—	0,530	0,431
Дин-зо-сн . . . . .	0,451	—	0,352

менений, происходящих даже после перемещения растений в благоприятные температурные условия (выше 15°): резкое снижение жизнеспособности клеток, изменение вязкости протоплазмы, снижение содержания хлорофилла, общего азота и воды и повышение концентрации клеточного сока в тканях листа. При этом у растений южных сортов отмеченные патологические изменения, как правило, протекают в более острой форме, чем у северных сортов. Приведенные данные свидетельствуют об определенной зависимости между холодостойкостью, содержанием хлорофилла, аскорбиновой кислоты, оводненностью тканей, концентрацией клеточного сока и другими физиологическими свойствами растений огурцов. По-видимому, эту зависимость можно будет использовать в производственной практике при оценке селекционного материала на холодостойкость.

Из приведенных данных видно, что холодостойкость растений связана не с одним каким-либо физиологическим показателем, а с целым комплексом физиологических признаков и процессов, изменение одного из которых влечет за собой изменение других. Уровень холодостойкости растений зависит от их способности при неблагоприятных условиях поддерживать обмен веществ на нормальном уровне или перестраивать его в направлении повышения устойчивости к пониженным температурам. Показателем такой перестройки может служить способность растений при воздействии пониженных температур снижать вязкость протоплазмы и усиливать синтез аскорбиновой кислоты, что позволяет им при этих условиях удерживать обмен веществ на нормальном уровне (высокий уровень синтеза органических веществ, интенсивное дыхание, синтез хлорофилла, высокая интенсивность фотосинтеза и пр.). Все это необходимо учитывать при разработке приемов увеличения холодостойкости растений.

### **ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ХОЛОДОСТОЙКОСТИ РАСТЕНИЙ**

Чаще всего растения страдают от холода в ранневесенний период. Поэтому большое внимание следует уделять повышению холодостойкости растений или защите их от холода главным образом в молодом возрасте.

В системе мероприятий по повышению холодостойкости растений главную роль играет селекционная работа по получению холодостойких сортов, а также различные мероприятия по предохранению растений от холода — выращивание их в парниках, теплицах, применение пленочных укрытий и пр. Наряду с этим изучается и разрабатывается ряд приемов воздействия на семена и растения, которые могут повышать жизнеспособность и устойчивость растений к неблагоприятным температурным условиям. Из этих приемов наибольшее



распространение получили различные способы закалки семян и молодых растений пониженными температурами; из основных приемов следует назвать промораживание или охлаждение семян при низких температурах и закалку семян переменными температурами.

Возможность закаливания растений холодом одним из первых установил С. М. Иванов (1935), в опытах которого огурцы и другие культуры, выращенные в тепле, повреждались при охлаждении быстрее, чем выращенные при пониженных температурах.

Отмечены положительные результаты при применении охлаждения и промораживания семян тыквенных культур, в частности огурца. Изучавшая этот прием М. Андросова (1940) показала, что промораживание замоченных семян в течение 12 час при температуре  $-1^{\circ}$  способствует повышению устойчивости всходов к холоду и увеличению продуктивности растений некоторых сортов огурцов. Из числа растений, выращенных из закаленных семян в опытах при температуре  $-1^{\circ}$ , погибло на 0,4—4,2% растений меньше, чем растений, выращенных из незакаленных семян. Прибавка урожая от обработки семян получена у сортов Неросимый, Клинский и Вязниковский в размере от 5 до 19%. У сорта Муромский прибавки урожая от закалки получено не было.

Н. А. Хохлачева (1947) в опытах, проведенных в Краснодарском крае с сортами огурцов Берлизовский и Чернобривец, установила, что растения, выращенные из замороженных при  $(-3)$ ,  $(-5^{\circ})$  наклюнувшихся семян, могут расти при температуре, пониженной до  $10^{\circ}$ , т. е. в условиях, при которых обычно растения огурцов не растут.

В. И. Эдельштейн (1949) и В. Л. Владимирова (1952) проводили промораживание набухших семян огурца при температуре  $-1$ ,  $-5^{\circ}$  в течение 1—3 суток и охлаждение при  $0$ ,  $+2^{\circ}$  в течение 1—1,5 суток. При этом растения из семян, подвергавшихся воздействию холода, легче переносили похолодание как в молодом возрасте в весенний период, так и взрослые — при осенних заморозках. У них происходило более быстрое нарастание ассимиляционного аппарата. Прибавка урожая от промораживания семян в ряде случаев достигала 70%.

Г. В. Кандина (1958, 1962), проводя опыты в условиях Молдавии, отметила, что охлаждение прорастающих семян огурцов сорта Тираспольский в течение одних суток при температуре  $0$  и  $-2^{\circ}$  увеличивает количество женских цветков и повышает урожай на 16—26%. В охлажденных семенах, в проростках и листьях растений, полученных из этих семян, происходило повышение активности протеаз и амилаз. Активность инвертазы в семенах и проростках под влиянием охлаждения семян в семенах и проростках снижалась, а в ли-

стях повышалась. В результате охлаждения наклюнувшихся семян огурцов в них увеличивалось содержание растворимых сахаров, особенно сахарозы, повысилась интенсивность дыхания. В проростках этих семян увеличилось содержание сахарозы, редуцирующих сахаров и крахмала. У них наблюдалось также повышенное содержание аминного азота и легкоподвижных форм азота. В семядолях повышалось содержание сахаров и аскорбиновой кислоты. В листьях растений, выращенных из охлажденных семян, повышались интенсивность дыхания, содержание сахаров, хлорофилла, общего и белкового азота.

Положительное действие промораживания и охлаждения семян огурцов и бахчевых культур отметил ряд авторов (Раудсеп, 1957; Шутов с сотр., 1955; Тетянчук, 1948; Троицкий, 1959; Станишевский, 1962; Хинков, 1962; Родионов, 1966).

Эффективным в ряде случаев оказался прием закалки семян переменными температурами, который предложен А. Е. Вороновой (1953—1959) для ряда теплолюбивых культур. При этом рекомендуется следующий режим закалки семян огурцов и бахчевых культур: в течение 6—12 час семена замачивают в воде при комнатной температуре с тем, чтобы пробудить зародыш к жизни, а затем поочередно воздействуют положительной и отрицательной температурой.

Впоследствии метод, предложенный А. Е. Вороновой, был проверен и уточнен в различных районах страны (Александров и Брысов, 1954; Счастливецва, 1962; Ващенко, 1954, 1959, 1959а; Макаро, Кондратьева, 1960, 1962; Львова и др., 1963, 1964; Белик, 1963, 1963а; Кандина, 1958, 1962). В этих исследованиях отмечается, что закалка семян усиливает рост надземной и корневой системы, ускоряет развитие растений, способствует более раннему получению продукции и повышению урожая.

Имеется ряд данных о физиологическом действии закалки семян на растения тыквенных культур (Кушниренко, 1961, 1962, 1964). При изучении влияния закалки переменными температурами семян огурцов сортов Нежинский и Неросимый на устойчивость растений к охлаждению корневых систем оказалось, что охлаждение корней до 3—6° и даже 8—10° вызывает задержку в росте и развитии, а затем и повреждение надземных органов. При этом растения, выращенные из закаленных семян, оказались более устойчивыми к холоду, чем выращенные из незакаленных. На четвертый день резкого охлаждения (3—6°) было повреждено 28,6% листьев у незакаленных растений и 16,7% — у закаленных. Через сутки после прекращения охлаждения засохли листья первого яруса и были повреждены листья второго яруса у 64% незакаленных растений и 48% закаленных. Интенсивность дыхания при благоприятных для жизнедеятельности

температурных условиях в листьях закаленных растений не повышалась или была несколько выше, чем у незакаленных. При охлаждении корней происходило увеличение интенсивности дыхания, особенно резкое у незакаленных растений. Одновременно с этим у незакаленных растений при охлаждении корней происходило сильное уменьшение содержания фосфорилированных сахаров и возрастание содержания простых сахаров (глюкозы, фруктозы, сахарозы), что указывает на нарушение фосфорилирования при охлаждении корней. У растений, выращенных из закаленных семян, эти изменения проявлялись в меньшей мере, чем у незакаленных.

Таким образом, чрезмерное повышение интенсивности дыхания у поврежденных холодом растений является не полезным признаком, а показателем нарушения обмена веществ, поскольку доля аккумулируемой при этом энергии снижается. У растений, выращенных из закаленных семян, как более холодостойких, нарушение обмена веществ при охлаждении корней проявляется в меньшей степени, дыхание их листьев остается более продуктивным, чем у незакаленных растений, что является одной из причин их большей холодостойкости.

С. В. Кушниренко (1961, 1962) показала, что при охлаждении корней повышается водоудерживающая способность листьев, особенно сильно заметная у закаленных растений. Автор объясняет это явление как приспособительную реакцию растений. Однако такой вывод не согласуется с наблюдаемой при охлаждении потерей тургора листьями огурцов.

При изучении физиологических особенностей растений огурцов, выращенных из закаленных семян, в опытах С. В. Кушниренко наблюдалась более прочная связь хлорофилла с белково-липоидным комплексом. В некоторых случаях отмечалось повышенное содержание хлорофилла. Такие растения обладали повышенной холодостойкостью: в опыте после трехдневного охлаждения при температуре 6—8° у проростков, выращенных из незакаленных семян, было повреждено 100% семядолей и 33% листьев, в то время как у растений, выращенных из закаленных семян, было повреждено лишь 19% растений. При этом 37% растений, выращенных из незакаленных семян, потеряли тургор, в то время как все закаленные растения сохраняли нормальный тургор.

Наряду с приведенными выше данными положительного влияния на растения тыквенных культур закалки семян пониженными температурами имеется ряд данных об отсутствии положительного эффекта и даже об отрицательном воздействии этого приема на рост, развитие и продуктивность растений огурцов.

Отрицательные результаты (снижение урожая) получены В. И. Эдельштейном (1949) при промораживании семян

огурцов в течение 10 дней при  $-9^{\circ}$ . В опытах А. М. Раудсеп (1957) двукратное воздействие отрицательными температурами на семена огурцов не дало ни прибавки урожая, ни ускорения плодоношения. В опытах П. Н. Максимова (1953) промораживание семян в течение двух суток при ( $0^{\circ}$ )—( $-1^{\circ}$ ) также не оказало существенного влияния на продуктивность растений. В. Я. Волков (1956) наблюдал затормаживание роста вегетативных органов растений огурцов, выращенных в теплице из семян, закаленных переменными температурами. Не получил эффекта от закалки семян огурцов (при температуре  $0^{\circ}$ ,  $+3$  и  $+6^{\circ}$ ) и Спендер (Spender, 1960).

В опытах И. Л. Макаро и А. В. Кондратьевой (1962) по изучению закалки семян переменными температурами с сортами огурца Алтайский ранний 166 и Неросимый при крайне неблагоприятных условиях, положительных результатов от закалки семян также получено не было.

Учитывая разноречивость данных по эффективности закалки семян огурцов, были проведены многолетние исследования по выяснению физиологической реакции разных сортов огурцов на разные способы повышения холодостойкости растений, в частности на различные способы и режимы закалки семян с тем, чтобы дать им агротехническую и физиологическую оценку и найти наиболее эффективные пути их использования (Макаро, Кондратьева, 1960, 1962; Белик, 1963, 1964, 1967, 1968; Белик, Плахова, 1964; Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Белик, Тюрина-Плахова, 1965; Белик, Бамбурова, Соломина, Добрунова, 1967; Тюрина, 1967; Соломина, 1968).

В 1959—1961 гг. были проведены сравнительные испытания эффективности закалки семян различных сортов огурцов, отличающихся по холодостойкости (Белик, 1963, 1963а).

Закалку семян после суточного замачивания в воде проводили в течение 6 дней, чередуя днем 6 час температуру  $18-22^{\circ}$ , остальные 18 час суток от 0 до  $+4^{\circ}$ . Семена контрольных вариантов за сутки до посева замачивали в воде при комнатной температуре. При закалке не допускали прорастания семян.

Испытывали скороспелые сорта северного происхождения Муромский 36 и Алтайский ранний 166 и южные сорта Азовка 5 и Астраханский 136, среднеспелые сорта средней полосы СССР Чернобривец 48 и Неросимый 40 и позднеспелый южный сорт Донской 175.

Годы проведения опытов резко различались по метеорологическим условиям. 1959 год по температурным условиям был неблагоприятным для выращивания огурцов, 1960 и 1961 гг. оказались более благоприятными для этой культуры, но в 1960 г. было очень мало осадков. В различные по метео-

рологическим условиям года получена разная эффективность по применению закалки семян. Возможно, здесь оказали свое влияние и различия в режимах закалки по годам.

В 1959 г. растения сортов центральной и южной полосы СССР, выращенные из закаленных семян, развивались несколько быстрее, чем незакаленные. У растений сорта Донской 175 цветение наступило на 6 дней, а плодообразование на 4 дня раньше, чем у контрольных растений. У закаленных растений сорта Неросимый 40 плодообразование началось на 5 дней раньше контроля, а у сорта Азовка 5 — на 6 дней. По этим же сортам получена наибольшая прибавка в урожае ранней продукции: по сорту Неросимый 40 на 7/VIII урожай плодов опытных растений составил 49 ц/га против 24 ц/га в контроле, а на 20/VIII 236,1 ц/га против 118,1 ц/га в контроле; по сорту Донской 175 на 7/VIII — 75 ц/га в опыте против 3 ц/га в контроле, а на 20/VIII 204,3 ц/га против 125,4 ц/га в контроле.

По северным, более холодостойким и скороспелым сортам Алтайский ранний и Муромский, а также по скороспелому южному сорту Астраханский ускорения в развитии растений от закалки семян не было отмечено. Прибавка урожая ранней продукции по этим сортам была либо незначительна, либо ее совсем не было.

По общему урожаю в этом году под влиянием закалки получены значительные прибавки по большинству сортов, причем особенно высокие по сортам Неросимый 40 и Донской 175. По сорту Алтайский ранний 166 урожай от закалки не повысился.

Необходимо отметить, что сорт Астраханский 136, созданный в условиях резкого континентального климата, хотя и южный по происхождению, по физиологическим особенностям оказался близким к северным сортам. Его семена, проростки и молодые растения оказались более устойчивы к холоду, чем, например, у сортов Донской 175 и Азовка 5. Повидимому, этот сорт может быть ценным для селекционных целей как исходная форма при выведении устойчивых к неблагоприятным условиям сортов для юга. На закалку этот сорт реагировал аналогично северным сортам — не ускорял развития и незначительно повышал урожай.

В 1960 и 1961 гг., благоприятных в температурном отношении для роста и развития растений огурцов, закалка семян оказалась менее эффективной, чем в 1959 г. В эти годы существенного ускорения в развитии растений и увеличении выхода ранней продукции под влиянием закалки по большинству сортов не было отмечено. Прибавка в общем урожае растений из закаленных семян в 1960—1961 гг. также была значительно меньшей, чем в 1959 г., а в ряде случаев

отмечалось даже снижение урожая у закаленных к холоду растений.

В среднем за три года наибольший эффект от применения закалики семян получен по сортам Неросимый 40 и Донской 175. По этим сортам средняя прибавка в урожае ранней продукции под влиянием закалики составила 42%, а по общему урожаю — 16—30%. Значительная прибавка в раннем урожае получена также по сорту Азовка 5 (27,4%), а по общему урожаю — по сорту Чернобривец 48 (12,6%). По южным скороспелым сортам Азовка 5 и Астраханский 136 средняя прибавка урожая от закалики семян оказалась незначительной, а по северным — Алтайский ранний 166 и Муромский 36 прибавки урожая от закалики фактически не получено (табл. 160).

Таблица 160

**Влияние закалики семян переменными температурами на урожайность растений различных сортов огурцов**

Сорта	Ранний урожай, ц/га			Общий урожай, ц/га		
	семена без закалики	семена с закаликой	% к контролю	семена без закалики	семена с закаликой	% к контролю
Алтайский ранний 166 . . .	153,1	149,1	97,4	284,5	273,4	96,1
Муромский 36 .	104,2	113,4	108,8	183,2	193,7	105,7
Чернобривец 48	91,7	98,7	107,6	193,5	217,8	112,6
Неросимый 40 .	93,4	132,3	141,6	223,9	290,5	129,7
Азовка 5 . . .	137,7	175,4	127,4	262,2	286,9	109,4
Астраханский 136 . . . . .	105,1	95,5	90,9	213,9	234,8	109,8
Донской 175 .	66,3	94,3	142,2	194,1	224,6	115,7

Параллельно с разработкой приемов повышения холодостойкости огурцов проводились наблюдения за изменением ряда физиологических свойств растений, происходящих под влиянием применения этих приемов. Изучали изменения вязкости протоплазмы в черешках листьев, содержания сухих веществ в листьях и плодах, хлорофилла, восстановленной формы аскорбиновой кислоты, холодостойкости тканей листьев и других свойств. Выбор показателей для исследований обусловлен тем, что именно они связаны с холодостойкостью, что изменение устойчивости растений к холоду обычно сопровождается, вернее обуславливается, изменением именно этих физиологических показателей.

При изучении изменений вязкости протоплазмы в тканях растений уже в 1959 г., в предварительных лабораторных опытах было отмечено, что у большинства сортов под влиянием закалики семян происходит снижение вязкости прото-

плазмы (проводились анализы третьего листа, растения находились в фазе бутонизации), что является косвенным показателем повышенной холодостойкости закаленных растений. Если у контрольных растений различных сортов вязкость протоплазмы в листьях была равна 600—690 сек (время смещения хлоропластов при центрифугировании), то в листьях закаленных растений она была на уровне 540—660 сек.

В более детальных исследованиях 1961 г. было установлено, что у всех сортов, независимо от способа подготовки семян, с увеличением возраста растений происходит возрастание вязкости протоплазмы (табл. 161).

Влияние закалки наиболее сильно проявилось в первый период жизни. По большинству сортов в фазе 3—4-го листа и бутонизации у растений от закаленных семян вязкость протоплазмы была ниже, чем у контрольных растений, что говорит о повышенной их холодостойкости. Южные сорта в этот период имели более высокую вязкость протоплазмы, чем северные.

Таблица 161

**Изменение вязкости протоплазмы в черешках листьев различных сортов огурцов при различной подготовке семян (время смещения хлоропластов при центрифугировании в сек; К — контроль, З — закалка)**

Сорт	Даты проведения анализов и фазы вегетации растений							
	28/VI 3—4-го листа		8/VI бутонизация		11/VIII плодообразование—плодоношение		29/VIII плодоношение	
	К	З	К	З	К	З	К	З
Муромский 36 . . . . .	120	90	525	525	1500	1020	—	—
Алтайский ранний 166	165	165	495	495	825	810	1335	1020
Астраханский 136 . . . .	225	195	555	540	1020	840	—	—
Донской 175 . . . . .	195	180	555	555	720	720	945	570

В период *цветение — плодоношение* по вязкости протоплазмы различий между растениями от закаленных семян и контрольных растений не было отмечено. Различия между сортами были также незначительные: при анализе, например, 18/VII колебания между сортами находились в пределах 630—660 сек.

К концу вегетации произошло резкое увеличение вязкости протоплазмы, которое раньше всего наступило у скороспелых сортов (Муромский, Астраханский, Алтайский ранний). У позднего сорта Донской 175 повышение вязкости протоплазмы происходило медленнее, поскольку его растения старели не так быстро, как у раннеспелых сортов. Растения

из закаленных семян вели себя подобно позднеспелым — вязкость у них была ниже, чем у контрольных растений, что, по-видимому, говорит о замедленном темпе их старения.

Положительное влияние закалки семян на содержание хлорофилла в листьях растений наблюдалось лишь по южным сортам. По северным сортам закономерных изменений в содержании хлорофилла под влиянием закалки семян не было отмечено.

Было также установлено, что растения большинства сортов, выращенных из закаленных семян, обладают большей способностью к накоплению сухих веществ, чем незакаленные (табл. 162).

Таблица 162

**Влияние закалки семян на содержание сухого вещества (в %) в листьях и плодах различных сортов огурцов (К — контроль, З — закалка)**

Данные 1961 г.

Сорт	Листья						Плоды	
	27/VI фаза 3—4-го листа		27/VII фаза бутонизации		26/VIII фаза плодоношения		18/VIII	
	К	З	К	З	К	З	К	З
Муромский 36 . . .	14,59	16,93	18,45	18,10	16,08	17,96	4,4	4,8
Алтайский ранний 166	18,57	18,96	20,55	20,84	17,39	15,69	4,5	4,1
Астраханский 136 . .	15,46	16,90	18,19	21,71	17,23	15,98	4,3	4,6
Донской 175 . . . .	17,47	19,41	21,71	23,82	15,98	22,14	4,6	4,6

При этом по северным сортам повышенная способность к накоплению сухого вещества у закаленных растений наблюдалась лишь на первых фазах роста, а по южным — почти в течение всей вегетации. На содержание сухого вещества в плодах закономерного влияния закалки семян не было отмечено.

Определение холодостойкости закаленных и незакаленных растений различных сортов огурцов показало, что закалка семян у большинства сортов несколько повысила холодостойкость растений в первый и в последний периоды жизни (табл. 163).

Интересно отметить, что северные сорта проявили более высокую холодостойкость лишь в первый период вегетации, в период *цветение — плодообразование* по холодостойкости существенной разницы между сортами не было отмечено, а в период плодоношения (10/VIII) более высокая холодостойкость оказалась у южных сортов. Эти данные говорят о том, что у растений огурцов в течение вегетации происходит изменение холодостойкости, причем это изменение у различных сортов происходит по-разному. Поэтому, характере



Влияние закаливания на холодостойкость тканей листьев различных сортов огурцов (% живых клеток после охлаждения)

Сорт	Варианты опыта: К—контроль, З—закалка	Даты проведения анализов, длительность и температура охлаждения листьев				
		27/VI 30 мин при 1°	18/VII 30 мин при 1°	11/VII 3 час при 0, +1°	27/VII 4 час при 0°	10/VIII 3 час при 0°
Муромский 36 .	К	99,1	100	96,8	83,9	39,1
	З	100	100	100	95,2	75,8
Алтайский ранний 166 . . . . .	К	96,9	100	100	88,2	77,9
	З	98,3	100	100	100	76,3
Астраханский 136 . . . . .	К	93,4	99,5	100	80,6	76,7
	З	97,2	99,3	100	95,7	96,8
Донской 175 . . . . .	К	75,7	100	100	98,3	93,5
	З	81,1	97,0	100	97,1	93,8

ризу растений и сорта огурцов по холодостойкости, следует всегда отмечать, к какому возрасту растений относится эта характеристика.

Наиболее интересные данные получены при изучении происходящих под влиянием закаливания семян изменений содержания аскорбиновой кислоты в растениях огурцов.

В опытах 1961 г., как и в последующие годы, отмечено, что под влиянием закаливания у молодых растений большинства сортов происходит повышение содержания этого витамина (табл. 164).

Таблица 164

Влияние закаливания семян на содержание аскорбиновой кислоты в листьях различных сортов огурцов (фаза 3—4-го листа)

Сорт	Содержание аскорбиновой кислоты в листьях мг %		Закалка в % к контролю
	контрольных растений	закаленных растений	
Муромский 36 . . . . .	116,5	139,4	119,7
Алтайский ранний 166 . . . . .	120,7	132,0	109,4
Астраханский 136 . . . . .	125,0	136,9	109,1
Донской 175 . . . . .	126,0	129,2	102,2

Характерно, что у наиболее холодостойкого сорта Муромский 36 под влиянием закаливания очень резко повысилось содержание аскорбиновой кислоты в листьях и, наоборот, у наиболее теплолюбивого сорта Донской 175 по этому показателю между закаленными и контрольными растениями фактически различий не было. В последующие фазы, у более

взрослых растений всех сортов различий по аскорбиновой кислоте у закаленных и контрольных растений не было отмечено.

Таким образом, проведенные опыты показали, что закалка семян переменными температурами оказывает влияние на ряд физиологических свойств растений огурцов: вызывает понижение вязкости протоплазмы и повышение процессов синтеза аскорбиновой кислоты, сухих веществ и хлорофилла. Повышается также холодостойкость растений.

Изменение физиологических свойств, происходящих под влиянием закалки семян, у растений проявляется в основном в молодом возрасте. В последующие периоды жизни растений влияние закалки менее заметно — оно перекрывается влиянием факторов внешней среды, при которых выращиваются растения.

Изменения физиологических свойств растений вызывают изменение и их продуктивности. Под влиянием закалки у большинства сортов происходит повышение урожайности, особенно заметное в малоблагоприятные по метеорологическим условиям годы. Следовательно, из приведенных данных видно, что закалка огурцов переменными температурами может явиться полезным приемом для повышения урожайности этой культуры. Почти без каких-либо дополнительных затрат труда и средств на проведение закалки семян, применяя ее, в ряде случаев можно получить значительную прибавку в общем и раннем урожае. Вместе с тем из приведенных данных следует, что не всегда можно ожидать большого эффекта от применения этого приема. Для получения лучших результатов его следует применять, сообразуясь с метеорологическими условиями или условиями агротехники, имея в виду, что в Центральной нечерноземной полосе СССР средне- и позднеспелые сорта южного происхождения и сорта средней полосы СССР более отзывчивы на закалку семян, чем скороспелые, северные сорта. В условиях открытого грунта Московской области наибольший эффект от закалки семян дали среднеспелый сорт Неросимый 40 и позднеспелый южный сорт Донской 175.

#### **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РАЗЛИЧНЫХ СПОСОБОВ И РЕЖИМОВ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЕМЯН**

Отмеченная выше неодинаковая реакция разных сортов на закалку семян наводит на мысль, что для них оптимальными являются различные режимы закалки.

Учитывая это положение, а также разноречивые данные различных авторов по способам и режимам закалки, в период 1962—1966 гг. была проведена сравнительная физиологическая и агротехническая оценка различных способов тер-

мической обработки с целью выявления лучших из них и уточнения оптимальных режимов заделки семян различных сортов огурцов (Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Белик, 1966, 1967, 1968; Белик, Бамбурова, Соломина, Добрунова, 1967; Тюрина, 1967; Соломина, 1969).

Исследования по изучению реакции семян и проростков на различные режимы и способы заделки проводили в лаборатории, а изучение последствий заделки семян на растения — лабораторно-полевым методом.

В лабораторных опытах изучали некоторые процессы, протекающие в семенах огурцов при различных температурных режимах и разной длительности воздействия холодом. С практической точки зрения это необходимо для уточнения оптимальных режимов и продолжительности закаливания семян.

В этих опытах использовали различные по теплотребовательности сорта: относительно холодостойкие сорта северной зоны Муромский 36 и Алтайский ранний 166 и южный, более теплолюбивый сорт — Донской 175. Семена огурцов опытных вариантов замачивали в течение суток в воде при комнатной температуре, а затем подвергали воздействию переменных и постоянных, положительных и отрицательных температур в течение различного времени. При воздействии переменными температурами семена выдерживали ночью 18 час при пониженной температуре, днем 6 час при комнатной температуре.

В процессе заделки семян изучали изменение всхожести и энергии прорастания семян, энергии роста проростков и ряда физиологических свойств закаливавшихся семян и проростков.

Проведенные лабораторные опыты показали, что недлительные и нежесткие заделки семян не оказывают отрицательного влияния на энергию их прорастания и всхожесть, а иногда и повышают их при проращивании в нормальных для прорастания температурных условиях.

Например, в опытах 1963 г. при непродолжительной заделке (не более 5 суток) переменными положительными температурами (3—6° и 18—20°) или с ночной отрицательной температурой, но не ниже —1° (днем 18—20°) наблюдалось повышение энергии прорастания и всхожести семян огурцов. При воздействии же более жесткими минусовыми температурами до (—4°) ночью и (+18°)—(+20°) днем и при удлинении срока заделки отмечалось снижение всхожести, особенно заметное по сорту Донской 175 (табл. 165).

Такое же явление наблюдалось и в опытах 1964—1965 гг., проводимых по более сложной схеме с сортами Алтайский ранний 166 и Донской 175. В этих опытах изучали влияние на всхожесть семян не только различных режимов

**Всхожесть различных сортов огурцов при различных режимах закалики\***

Показатели	Варианты опыта (режимы закалики)					
	Опыт 1			Опыт 2		
	контроль	+3°, +6°	+2°, -4°	контроль	+3,5°, +6°	0°, -1°

*Сорт Муромский 36*

Энергия прорастания, % . . .	38	37	45	79	81	84
Всхожесть, % . . .	84	87	80	82	85	84

*Сорт Донской 175*

Энергия прорастания, % . . .	52	75	62	59	73	73
Всхожесть, % . . .	85	90	75	76	85	80

\* В опытных вариантах семена закаливали в течение 5 суток, чередуя 6 час днем температуру 18—20°, а ночью в течение 18 час, выдерживая при температурах, указанных в таблице. Проращивали семена в термостате при температуре 30°.

закалики переменными температурами, но также двухсуточного охлаждения и промораживания семян. Охлаждение, промораживание и закалику семян проводили в холодильнике марки ЗИЛ.

Разные режимы закалики семян оказали различное воздействие на динамику их прорастания и всхожесть. Обычное замачивание семян в воде, двухсуточное охлаждение и «умеренная» закалика семян при низких положительных температурах, как правило, не снижали их всхожести и повышали энергию прорастания, что происходило вследствие более раннего пробуждения зародыша к жизни во всех опытных вариантах в сравнении с контролем, у которого семена замачивались лишь при постановке их на проращивание.

Промораживание семян в течение суток при температуре -2° также не снижало всхожести. Промораживание в течение двух суток при (-3°)—(-4°) не влияло на всхожесть семян у сорта Алтайский ранний 166, но снизило всхожесть семян на 9% у сорта Донской 175 и снизило энергию прорастания у обоих сортов. Понижение температуры до -5° при промораживании семян почти во всех случаях привело к снижению как энергии прорастания, так и их всхожести по обоим сортам.

Приведенные данные говорят о том, что даже кратковременную закалику семян (1—2 суток) таких сортов, как Муромский 36, Алтайский ранний 166 и, по-видимому, других

относительно холодостойких сортов огурцов нельзя проводить при температурах ниже ( $-2^{\circ}$ )—( $-3^{\circ}$ ), а при более длительных сроках закалки и эти температуры опасны. Для южных же сортов типа Донской 175 минусовые температуры при закалке семян вообще опасны, так как они оказывают отрицательное влияние на всхожесть семян.

Отметив тенденцию отрицательного действия удлинения сроков закалки семян огурцов на их всхожесть и учитывая имеющиеся в литературе рекомендации по длительной закалке семян, В. Ф. Белик с сотрудниками в 1962—1968 гг. провели ряд специальных опытов по изучению влияния на всхожесть и физиологические особенности прорастающих семян низких положительных и отрицательных температур при различных сроках их воздействия (Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Белик, 1966, 1967, 1968; Соломина, 1969). Эти данные необходимы для уточнения оптимальных режимов и продолжительности закаливания семян.

Один из опытов был проведен с сортами Муромский 36 и Донской 175. В этом опыте семена в течение суток замачивали в воде при комнатной температуре, а затем их подвергали закалке переменными температурами в течение 5, 10 и 15 суток, чередуя 6 *час* температуру  $20-22^{\circ}$  в комнате и 18 *час* в холодильнике при ( $+2^{\circ}$ )—( $+5^{\circ}$ ) («умеренная» закалка) и ( $-2^{\circ}$ )—( $-5^{\circ}$ ) («жесткая» закалка). Затем семена были пророщены в термостате при  $25-30^{\circ}$ .

Семена сорта Муромский 36 были получены из колхоза Панфиловский, Муромского района, Владимирской области, с несколько пониженной всхожестью (81,5%, т. е. II класса). Семена сорта Донской 175, полученные из Бирючукской станции, имели высокую всхожесть — 96% (I класс). Такие различия в посевных качествах семян сказались и на полученных результатах опыта.

Как видно из данных, приведенных в табл. 166, по сорту Донской 175 «умеренная» закалка, проводимая в течение 5 суток, существенно не снижала ни энергии прорастания, ни всхожести семян. При ее продлении до 10 суток понизилась энергия прорастания, а при 15-суточном воздействии умеренной закалкой и во всех вариантах «жесткой» закалки (при отрицательных температурах) как энергия прорастания, так и всхожесть семян снизились. При этом, чем более жесткая и длительная применялась закалка, тем сильнее снижалась всхожесть и особенно энергия прорастания семян этого сорта (табл. 166).

У растений сорта Муромский 36, в отличие от предыдущих опытов, снижение всхожести и энергии прорастания семян было отмечено даже при умеренной закалке, а при жесткой закалке снижение качества семян было более сильным, чем даже у сорта Донской 175 (см. табл. 166).

## Энергия прорастания и всхожесть семян огурцов при различном режиме закали (в %)

Показатели	Контроль (семена, замочен- ные 1 сут- ки в воде)	Режим закали и ее продолжительность					
		6 час (+20°)—(22°) 18 час (+2°)—(+5°)			6 час (+20°)—(+22°) 18 час (-2°)—(-5°)		
		5 сут	10 сут	15 сут	5 сут	10 сут	15 сут

*Сорт Муромский 36*

Энергия прорастания . . .	77	53	50	38	46	10	5
Всхожесть общая . . . . .	81	65	65	66	66	19	13
% к контролю . . . . .	100	80	80	81	82	24	16

*Сорт Донской 175*

Энергия прорастания . . .	96	93	83	82	71	35	11
Всхожесть общая . . . . .	96	95	95	93	73	67	36
% к контролю . . . . .	100	98	98	97	76	69	38

Учитывая то, что в прежних опытах семена различных сортов использовались примерно одинаковые по качеству (как правило, все с высокой всхожестью), а в этом опыте у сорта Муромский 36 они имели более низкую всхожесть, чем у сорта Донской 175, было высказано предположение, что отрицательное действие закали, даже кратковременной, умеренной, на семена этого сорта связано с низкой их жизнеспособностью, а не со свойствами сорта.

С целью проверки этого предположения, а также с целью выяснения вопроса о том, допустимы ли одинаковые режимы закали для семян одного и того же сорта, но различной жизнеспособности, семена сорта Муромский 36 I и II класса подвергли закали переменными температурами в течение 5, 10 и 15 дней с умеренным и жестким режимом, а затем определили всхожесть, энергию прорастания семян и некоторые их физиологические свойства. Было отмечено, что от качества семян, их жизнеспособности в сильной степени зависит и их реакция на воздействие низкими температурами. Так, семена I класса при воздействии низкими положительными температурами несколько даже увеличили всхожесть, в то время как семена II класса при этом снизили ее на 4—11%. При жестком режиме закали у семян I класса начала снижаться всхожесть только после 5 дней закаливания и то не в сильной степени. Энергия прорастания снижалась сильнее. Семена второго класса при жестком режиме закаливания сразу же начали терять свою всхожесть и к 15 дням она снизилась до 36%, а энергия прорастания семян еще сильнее — до 10% (рис. 44).

Резкие различия отмечены и в физиологических свойствах семян. Так, при умеренном режиме в семенах с высокой жизнеспособностью происходило повышение содержания аскорбиновой кислоты в процессе закаливания, а при жестком режиме — снижение. У семян с пониженной жизнеспособностью наблюдалось такое же соотношение, но во всех случаях содержание аскорбиновой кислоты в них было значительно ниже, чем в семенах I класса. Аналогичные данные получены и по активности липазы.

Размер проростков, полученных от семян I класса, и содержание аскорбиновой кислоты в них тоже были значительно выше, чем у проростков от семян II класса. При этом большинство проростков семян II класса, полученных при жестком режиме закаливания, были уродливые и на 5—10-й день проращивания погибли.

Эти данные говорят о том, что для семян огурцов с пониженной всхожестью жесткая длительная закалка как агротехнический прием особенно опасна и применять ее нужно очень осторожно.

С целью выявления допустимой длительности закаливания, не оказывающей отрицательного влияния на всхожесть семян различных сортов, а также с целью установления особенностей реакции сухих и замоченных семян на охлаждение, что важно для уточнения режимов закаливания, был проведен опыт по определению всхожести семян огурцов Алтайский ранний 166 и Донской 175, охлажденных в течение различных сроков в холодильнике.

В опыте использовали семена сухие и замоченные в течение суток в воде. Охлаждение семян проводили при  $(+2^{\circ})$ — $(+5^{\circ})$  и  $(-2^{\circ})$ — $(-5^{\circ})$  в течение 2, 5, 10, 15, 20 и 30 суток. Проращивание семян после охлаждения проводили в чашках Петри в термостате при  $+25^{\circ}$  в двух повторностях по 100 штук семян в каждой.

При длительной закалке замоченных в воде семян их всхожесть, а также и энергия прорастания, как правило, понижаются, даже если их затем проращивать при оптимальных температурах. При этом минусовые температуры при закалке оказывают более сильное отрицательное влияние на

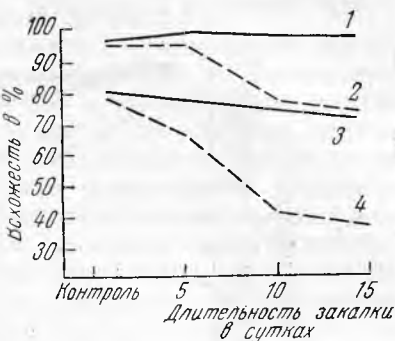


Рис. 44. Изменение всхожести семян огурцов сорта Муромский 36 различной жизнеспособности при разных режимах закаливания:

1, 2 — семена 1-го класса, 3, 4 — семена 2-го класса; 1, 3 — закалка при температуре  $(+2^{\circ})$ — $(+5^{\circ})$ ; 2, 4 — при  $(-2^{\circ})$ — $(-5^{\circ})$

всхожесть и энергию прорастания семян, чем низкие положительные температуры (рис. 45).

Северный и южный сорта неодинаково реагировали на закалку. При проращивании в оптимальных условиях (+25°) закаливаемых семян огурцов сорта Алтайский ранний 166 в первые два дня их всхожесть даже несколько повысилась. Лишь после 10-дневной умеренной закалики или 5-дневной жесткой закалики замоченных в воде семян этого сорта отмечено снижение всхожести.



Рис. 45. Изменение всхожести семян огурцов сортов Алтайский ранний 166 (1,2) и Донской 175 (3,4) при разном режиме и различной длительности закалики:

1, 3 — закалика при температуре (+2°) ← (+5°); 2, 4 — при (-2°) — (-5°) (по В. Ф. Белику, И. П. Соломиной и др., 1964)

У южного сорта Донской 175 понижение всхожести семян отмечено уже после 2—5-дневной умеренной закалики. При жестком же режиме закалики понижение всхожести происходило еще раньше и в более сильной степени.

Приведенные данные еще раз говорят о том, что для огурцов длительная жесткая закалика, особенно для южных сортов, недопустима.

Из этих данных также вытекает вывод о том, что посев закаленных семян следует проводить лишь в почву с температурой, достаточной для прорастания семян (для огурцов не ниже 15—18°). При посеве охлаждавшихся или промораживающихся семян в холодную почву естественно удлиняется период их охлаждения, что может привести к потере всхожести и изреженности всходов. Эти данные подтвердились и в полевых опытах 1962—1965 гг., когда при посеве в теплую погоду всходы от закаленных семян появлялись раньше и дружнее незакаленных, а при посеве перед наступлением похолодания или вскоре после него закаленные семена,



особенно при жестком режиме, имели меньшую полевую всхожесть, чем семена неохлаждавшиеся.

Наряду с изучением изменений энергии прорастания и всхожести семян, В. Ф. Белик с сотрудниками изучали изменения (происходящие в процессе закаливания в семенах и в проростках) содержания аскорбиновой кислоты, играющей большую роль в устойчивости растений и семян к холоду, активности липазы, содержания сухого вещества, процессов формообразования в точках роста зародышей.

Изучение изменений в содержании аскорбиновой кислоты в семенах различных сортов огурцов при различных температурных режимах показало, что в сухих покоящихся семенах она почти полностью отсутствует, что мы уже отмечали выше. В течение первых суток замачивания заметного ее увеличения не отмечается. По мере пробуждения зародыша к жизни, в процессе прорастания семян ее содержание возрастает и к началу прорастания достигает максимального уровня. Затем в первые дни жизни проростков, до начала активного процесса фотосинтеза в семядолях, ее количество снижается.

Оптимальные температуры проращивания семян обеспечивают наиболее высокое ее накопление. Проращенные семена при пониженных температурах имеют меньшее содержание аскорбиновой кислоты.

При пониженных температурах во время закаливания, когда чередовались температуры 18—20° и (+5°)—(—5°), синтез аскорбиновой кислоты в семенах протекал не так интенсивно, как при оптимальных температурах, увеличение ее содержания в семенах отмечалось лишь в течение определенного срока закаливания, после которого происходило снижение ее количества.

Таблица 167

**Изменение содержания аскорбиновой кислоты и липазы в прорастающих семенах различных сортов огурцов при разных режимах закаливания**

Сорт	Семена незакаленные			Семена, закаленные при 5°			Семена, закаленные при —5°		
	сухие	набухшие в воде	проросшие при 18—21°	5 сут	10 сут	15 сут	5 сут	10 сут	15 сут

*Содержание аскорбиновой кислоты, мг %*

Муромский 36 . . . . .	3,85	3,85	36,29	7,04	8,09	7,29	4,84	4,41	4,19
Донской 175 . . . . .	3,51	3,51	42,64	13,64	13,23	11,94	7,70	6,25	6,20

*Активность липазы, мл 0,1 н. NaOH*

Муромский 36 . . . . .	1,72	2,48	3,32	2,34	2,47	2,67	1,69	2,11	2,75
Донской 175 . . . . .	2,11	2,15	2,81	1,52	2,82	2,22	1,89	2,96	2,42

Как видно из табл. 167, в семенах относительно холодостойкого сорта Муромский 36 возрастание содержания аскорбиновой кислоты при закалке переменными положительными температурами происходит в течение первых 10 дней закали, после чего отмечено снижение ее количества. У менее холодостойкого южного сорта Донской 175 снижение содержания аскорбиновой кислоты имело место уже после пяти суток закали. При минусовых температурах во время закали семян повышение содержания аскорбиновой кислоты по обоим сортам отмечено лишь в первые дни закали. После пятисуточного воздействия минусовыми температурами в семенах обоих сортов произошло снижение содержания аскорбиновой кислоты, причем чем более длительное время семена подвергались воздействию минусовых температур, тем сильнее снижалось количество аскорбиновой кислоты.

Как мы уже отмечали выше, в этом опыте семена сорта Муромский 36 были второго класса, а сорта Донского 175 — первого, чем, по-видимому, объясняется резко пониженное содержание аскорбиновой кислоты во всех вариантах опыта у сорта Муромский 36 в сравнении с сортом Донской 175. В опыте, проведенном С. М. Тюриной (1966), где семена обоих сортов были первого класса, содержание аскорбиновой кислоты в них в течение четырех дней охлаждения было примерно одинаковым, после чего у сорта Донской 175 резко снизилось, а у сорта Муромский 36 в течение 10-дневного периода охлаждения продолжало повышаться.

Во всех вариантах опыта при отрицательных температурах закали содержание аскорбиновой кислоты в семенах огурцов было ниже, чем при положительных температурах. Сопоставляя приведенные данные по изменению всхожести семян различных сортов огурцов при закалке и содержанию у них аскорбиновой кислоты, видим между ними определенную зависимость. Снижение всхожести семян при чрезмерно жесткой и длительной закалке, как правило, сопровождается снижением содержания аскорбиновой кислоты в семенах. Эти данные указывают на возможность использования показателя изменчивости содержания аскорбиновой кислоты в семенах при установлении оптимальной длительности и режима закали семян различных сортов огурцов (возможно, и других культур). Снижение содержания аскорбиновой кислоты в закаливаемых семенах указывает на окончание процесса закаливания, начало отрицательного действия низких температур, на необходимость прекращения закали.

Активность липазы в семенах после замачивания их в воде также возрастает, достигая максимального уровня при проращивании в тепле (18—22°) к моменту прорастания семян. Воздействие на замоченные в воде семена низкими температурами резко снижает активность этого фермента.

В дальнейшем в процессе закали и развития зародыша в этих условиях происходит постепенное возрастание активности липазы: первые дни довольно сильное, а в последующем — медленное. При этом у огурцов северного сорта Муромский 36 усиление активности липазы в опыте происходило весь период закали (15 суток), а у южного сорта Донской 175 после десятидневной закали начало происходить ее снижение (см. табл. 167). Поэтому активность липазы также можно использовать в качестве физиологического показателя при установлении оптимальных режимов закали семян.

Анализируя приведенные данные лабораторных опытов о влиянии закали семян на некоторые физиологические свойства можно прийти к выводу о том, что к закали семян огурцов и бахчевых культур пониженными температурами с целью повышения устойчивости растений к холоду надо подходить дифференцированно, с учетом биологических особенностей не только культур, но и сортов и даже качества семян.

В частности, для огурцов и бахчевых культур нежелательны, а в ряде случаев и недопустимы длительные воздействия минусовыми температурами на семена при закали с агротехнической целью, особенно применительно к южным сортам, поскольку при этом происходит понижение всхожести семян и ослабление ряда физиолого-биохимических процессов, обуславливающих их высокую жизнеспособность.

Проведенные в 1962—1965 гг. полевые и вегетационные опыты подтвердили эти выводы (Белик, 1967, 1968; Белик, Бамбурова, Соломина, Добрунова, 1967; Соломина, 1969).

Для проведения опытов было выбрано несколько вариантов обработки семян, которые рекомендуются некоторыми авторами как оптимальные при выращивании огурцов. При этом учитывались и результаты приведенных выше лабораторных опытов, в которых отмечено отрицательное влияние на всхожесть семян длительных температурных воздействий, особенно минусовыми температурами.

В опытах использовали разные по происхождению и скороспелости сорта: северные скороспелые сорта Муромский 36, Алтайский ранний 166 и позднеспелый южный сорт Донской 175.

Были приняты следующие варианты обработки семян:

- а) сухие семена без обработки (контроль);
- б) семена, замоченные в течение суток в воде;
- в) охлаждение замоченных семян в течение 2 суток при температуре  $+1, +2^{\circ}$ ;
- г) промораживание замоченных семян в течение 2 суток при температуре  $-1, -2^{\circ}$ ;

д) «жесткая» закалка замоченных семян 5 суток переменными температурами, чередуя 18 час—2° и 6 час +18°;

е) «умеренная» закалка замоченных семян в течение 5 суток, чередуя 18 час +2° и 6 час +18°.

Следует отметить, что годы проведения опытов в открытом грунте оказались контрастными по метеорологическим условиям вегетационного периода, вследствие чего получен различный эффект от применения закалики. Так, в 1962 и 1965 гг. условия вегетационного периода были крайне неблагоприятны для роста и развития теплолюбивых культур. В этом году значительная часть посевов огурцов в Центральной нечерноземной зоне погибла, не достигнув плодоношения. В 1963 г. май был теплым и всходы появились дружно. Затем с июня началось длительное похолодание, и всходы стали постепенно гибнуть. Урожай огурцов в 1963 г. получен очень низкий, а во многих хозяйствах посевы были запозданы. Условия вегетации в 1964 г. были благоприятными для выращивания огурцов.

Неблагоприятные условия 1962—1963 гг. дали возможность проследить влияние изучаемых предпосевных обработок на устойчивость сеянцев к холоду. Сеянцы, выросшие из закаленных семян, оказались более устойчивыми к похолоданию, чем сеянцы контрольного варианта (табл. 168).

Таблица 168

Влияние различных способов и режимов закалики семян на устойчивость к холоду сеянцев огурцов (% выживших растений от числа появившихся всходов; данные 1962 г.)

Сорт \ Способы обработки семян	Конт- роль	Охлаж- дение	Промо- ражи- вание	Жест- кая за- калка	Уме- ренная закал- ка
Алтайский ранний 166 . . .	7,5	26,3	30,3	20,3	24,0
Донской 175 . . . . .	8,3	10,8	8,5	10,1	13,0

Растения из закаленных семян, как правило, были мощнее контрольных (имели больший вес, длину побегов, листовую поверхность) и на 2—3 дня обгоняли их в развитии.

Проведенный учет урожая (в 1963—1964 гг. в открытом грунте и в 1965—1966 гг. в вегетационных опытах) позволил отметить в большинстве случаев положительный эффект от применения закалики семян огурцов. Так, в открытом грунте у огурцов сорта Алтайский ранний 166 лучшие варианты закалики обеспечили получение 8,4—9,6 кг с делянки площадью 10 м<sup>2</sup> против 6,3 кг в контроле. У сорта Донской 175 получен еще больший эффект — урожай в опытных вариантах 6,3—10,5 кг с делянки против 5,6 кг в контроле.

Аналогичные результаты получены и в вегетационных опытах (табл. 169).

Таблица 169

**Влияние различных способов термической обработки семян на урожай растений огурцов (г на одно растение)**

Варианты опыта	С о р т		
	Алтайский ранний 166	Муромский 36	Донской 175
Контроль . . . . .	318,9	330,4	208,3
Охлаждение при (+2°), 2 суток . . . . .	356,6	432,0	252,3
Промораживание при (-2°), 2 суток . . . . .	308,5	344,3	326,9
Закалка при (-2°), (+18°), 5 суток . . . . .	398,4	324,5	236,2
Закалка при (+2°), (+18°), 5 суток . . . . .	346,6	375,3	280,1

Однако при этом следует отметить, что различные сорта по-разному реагировали на разные способы закаливания семян.

Из данных табл. 169 видно, что у огурцов сорта Алтайский ранний 166 лучшие результаты получены при охлаждении семян в течение двух суток при (+2°) или при «жесткой» закалке переменными температурами продолжительностью 5 суток при (-2°) и (+18°); у сорта Муромский 36—при охлаждении семян при (+2°); у сорта Донской 175 при недлительном (до 2 суток) промораживании семян или закалке их переменными положительными температурами: 5 суток при (+2°) и (+18°).

Физиологические исследования показали, что в большинстве случаев в растениях из закаленных семян физиологические процессы идут более интенсивно, чем у незакаленных растений: они имеют более высокое содержание хлорофилла, повышенную активность окислительных ферментов (табл. 170), что сказывается на их устойчивости к условиям среды, на их ростовых процессах и продуктивности.

Однако при этом следует отметить, что каких-либо закономерных различий физиологической реакции растений на различные режимы закаливания семян не было установлено.

Таким образом, проведенное сравнительное изучение различных способов и режимов закаливания семян огурцов показало, что предпосевная обработка семян пониженными температурами в большинстве случаев благоприятно сказывается на растениях. Растения вырастают более мощные, дают больший урожай, в них активизируется ряд физиолого-биохимических процессов, которые направлены в сторону большего приспособления растений к перенесению неблагоприятных температурных условий.

Вместе с тем в характере физиологического действия на растения различных способов и режимов закаливания к холоду

**Влияние различных режимов термической обработки семян  
на некоторые физиологические особенности растений огурцов**

Варианты опыта	Содержание хлорофилла в листьях в фазе 1-го листа, мг/дм <sup>2</sup>		Содержание аскорбиновой кислоты, мг %		Активность ферментов, мг аскорбиновой кислоты на 1 г сырого веса; 1966 г., фаза 1—2 листьев		
			фаза цветения	фаза 1—2 листьев	аскорбиноксидаза	полифенолоксидаза	пероксидаза
	1965 г.	1966 г.	1965 г.	1966 г.			
<i>Сорт Муромский 36</i>							
Контроль . . . . .	2,22	1,98	141,9	139,4	562	337	1057
Охлаждение . . . . .	1,85	2,04	159,4	150,4	536	389	711
Промораживание . . . . .	2,01	2,16	124,1	160,6	554	461	2990
«Умеренная» закалка . . . . .	2,34	1,99	142,8	143,1	555	—	887
«Жесткая» закалка . . . . .	2,07	2,02	157,2	150,4	589	326	1608
<i>Сорт Алтайский ранний 166</i>							
Контроль . . . . .	2,34	1,86	117,5	137,0	528	183	1068
Охлаждение . . . . .	2,16	1,92	164,1	177,4	545	453	688
Промораживание . . . . .	2,64	2,20	170,3	167,2	528	275	1058
«Умеренная» закалка . . . . .	2,36	2,13	160,5	173,0	548	193	1235
«Жесткая» закалка . . . . .	2,58	2,36	153,8	176,7	557	957	1893
<i>Сорт Донской 175</i>							
Контроль . . . . .	2,07	2,46	115,9	148,2	659	548	988
Охлаждение . . . . .	2,34	2,77	120,0	167,2	598	530	879
Промораживание . . . . .	2,50	2,54	142,8	198,6	667	724	1080
«Умеренная» закалка . . . . .	2,46	2,74	139,1	181,0	667	671	1067
«Жесткая» закалка . . . . .	2,37	2,19	134,7	164,9	662	659	1159

принципиальных различий между ними не отмечено. Как показали опыты, важен не способ закалки, а режим ее проведения. В ряде случаев отмечается отрицательное влияние на всхожесть семян закалки отрицательными температурами порядка ( $-3^{\circ}$ ) — ( $-5^{\circ}$ ), что ведет к изреженности всходов, а в некоторых случаях и к снижению урожая с единицы площади. Поэтому следует избегать закалки семян огурцов минусовыми температурами, особенно ниже ( $-2^{\circ}$ ).

Отмечены некоторые различия в реакции сортов на разные режимы термической обработки семян. По сортам Алтайский ранний 166 и Муромский 36 в большинстве случаев более высокий урожай получен при охлаждении семян или жесткой закалке, а по сорту Донской 175 — при умеренной закалке семян.

Установлено, что более высокий эффект дают различные способы закалки семян при малоблагоприятных в тем-

пературном отношении метеорологических условиях вегетационного периода. Наряду с этим при особо неблагоприятных условиях закалка семян не спасает растения от гибели.

В заключение следует отметить, что наряду с практическим применением закалки семян огурцов необходима дальнейшая разработка еще более действенных приемов повышения холодостойкости этой культуры; среди этих приемов одно из первых мест должна занять селекция на холодостойкость. Необходимо также доработка и уточнение методики проведения закалки с учетом различных зон и сортов, сравнительная оценка различных приемов закалки в сортовом и зональном разрезе, применительно к открытому и защищенному грунту и пр. Следует проводить дальнейшее изучение физиологической природы холодостойкости, что позволит более успешно разрабатывать практические приемы ее повышения.

Помимо различных способов закалки семян и рассады, повышению холодостойкости растений огурцов могут способствовать и другие приемы воздействия на семена: обработка их фунгисидами, микроэлементами и пр.

В полевых условиях прорастающие семена и всходы теплолюбивых культур, в частности огурцов и бахчевых растений, в значительной мере страдают при похолодании не только оттого, что они малоустойчивы к холоду, а и оттого, что в холодной почве они подвергаются поражению патогенными микроорганизмами, основными из которых являются грибы рода *Rythium debaryanum* (Незговорев, Соловьев, 1957, 1958, 1960, 1965).

Патогенная микрофлора ускоряет и увеличивает размеры гибели растений, вызываемой холодом. Повреждения в результате действия микрофлоры начинаются с корня, а затем распространяются выше.

Применение стерилизации почвы, устраняющей вредное действие микрофлоры на прорастающие семена, снижает степень повреждения последних от холода. Так, в опытах Л. А. Незговорова и А. К. Соловьева (1957) при пятисуточном охлаждении (3°) семена огурцов сорта Нежинский в обычной почве не гибли, но у части проростков корни были редуцированы. На стерильной почве таких проростков почти не было. При охлаждении в течение 10 суток погибло 48% высеянных семян, в стерильной почве семена не гибли и лишь 2% из них имели редуцированные корни. При охлаждении в течение 15 суток в обычной почве погибло 94% семян, а в стерильной 5% семян погибло и 30% имели редуцированные корни. Аналогичные результаты были получены и в опытах с другими сортами огурцов (Вязниковский и Муромский).

Показано, что предвсходовую гибель семян можно зна-

чительно снизить, применяя перед посевом обработку их дус-тами фунгицидов тиурама (ТМТД) из расчета 4—8 г на 1 кг семян и меркурана в дозе 1 г на 1 кг семян. Предпосевная обработка семян фунгицидами, устраняя вредное действие на их проростки почвенной патогенной микрофлоры, снижает процент гибели семян в холодной почве, повышает их поле-вую холодостойкость. При этом чем холоднее и влажнее вес-на, тем эффективность обработки семян выше (Незговоров, Соловьев, 1960; Незговоров, Ибрагимов, Соловьев, 1961; За-уралов, 1961; Макаро, Кондратьева, 1962).

Отмечено положительное влияние на холодостойкость растений предпосевной обработки семян огурцов такими мик-роэлементами, как бор, марганец, алюминий (Макаро, Кон-дратьева, 1960, 1962).

В опытах А. В. Дубровиной (1958) повышению устой-чивости растений к неблагоприятным погодным условиям спо-собствовало окуливание замоченных в воде семян огурцов угарным газом.

Интересные данные о путях повышения холодостойкости огурцов приводит в своих работах В. А. Новиков (1960). Ав-тор предполагает, что высокая требовательность огурцов к теплу обусловлена тем, что родина этой культуры — влажные субтропики — район, обедненный ультрафиолетовой радиа-цией. Исходя из этого предположения, В. А. Новиков, облу-чив проростки и растения ультрафиолетовыми лучами ламп ПРК<sub>2</sub>, добился резкого увеличения холодостойкости расте-ний. Облучение проростков проводилось в течение четырех дней по 15 мин на расстоянии 5—8 см от лампы, а растений в течение семи дней по 30 мин на расстоянии 43 см от лам-пы. Облученные таким образом растения огурцов оставались зелеными при выращивании их при 5°, в то время как необ-лученные желтели и гибли даже при 12—13°.

Все эти данные по эффективности применения фунгици-дов, микроэлементов, облучения семян и растений представ-ляют определенный теоретический и практический интерес, однако их еще недостаточно для серьезных практических ре-комендаций.

### ЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ

Огурцы — жаростойкая культура, причем семена наибо-лее устойчивы к воздействию высоких температур. При по-степенном нагревании семена огурцов могут без существен-ных потерь всхожести выдержать в течение трех часов тем-пературы порядка 110—120° (Тювин, 1939; Ермолаева, 1941). Однако семена, подвергнутые воздействию высоких температур, сразу, без постепенного перехода, теряют всхо-жесть. Так, проревание семян сорта Муромский 36 до 90° су-



щественно не снижало их всхожести, а урожайность растений при этом повышалась; при прогревании семян того же сорта до 100° их лабораторная всхожесть снижалась, а в полевых условиях почти полностью терялась. При 120° семена полностью теряли всхожесть (Брезгунов, Дегтярева, 1938).

В опытах В. Ф. Белика (1958—1967) с северным сортом огурца (Муромский 36) и южным (Астраханский 136) прогревание сухих семян в течение трех часов при температурах до 100° также не оказывало существенного отрицательного влияния на их всхожесть, а прогревание при температурах до 80° даже повышало всхожесть; прогревание при температуре выше 100° вызывало снижение и даже полную потерю всхожести (табл. 171).

Таблица 171

**Влияние термической обработки на всхожесть семян огурцов  
(% семян, проросших после обработки)**

Температура обработки семян, °С	Муромский 36				Астраханский 136			
	на 2-й день	на 3-й день	на 6-й день	% семян с уродливыми проростками	на 2-й день	на 3-й день	на 6-й день	% семян с уродливыми проростками
<i>Сухие семена</i>								
Без обработки (контроль)	86	90	93	3,2	100	100	100	0
40	90	95	98	3,1	100	100	100	0
80	91	95	98	3,1	97	99	100	0
90	87	90	97	6,2	90	99	99	0
100	63	89	94	6,4	89	100	100	0
110	0	0	0	—	0	0	0	—
<i>Замоченные семена</i>								
Без обработки (контроль)	91	92	92	1,1	100	100	100	0
40	93	93	97	3,1	100	100	100	0
80	30	49	91	34,1	54	78	100	0
90	0	0	10	100	0	0	19	100
100	0	0	0	—	0	0	8	100
110	0	0	0	—	0	0	0	—

Как видно из данных, представленных в табл. 171, замоченные семена с уже пробудившимся к жизни зародышем оказались более чувствительными к высокой температуре, чем сухие. Прогревание набухших семян при 40° стимулировало их прорастание, температура 80° уже снижала энергию прорастания, а при температуре 90° и выше происходила почти полная потеря всхожести. При этом четко выявились сор-

товые различия: как сухие, так и замоченные семена южного сорта Астраханский 136 значительно легче переносят высокие температуры, чем семена северного сорта Муромский 36, что говорит об их более высокой устойчивости к програванию.

Надземные органы и корневая система огурцов значительно менее устойчивы к воздействию высоких температур, чем семена. При воздействии температуры порядка 45—55° в течение одного-двух часов растения огурцов погибают.

Данных о физиологической природе жароустойчивости растений огурцов почти нет. Мы располагаем лишь результатами опытов Н. А. Хлебниковой (1932, 1937), которая установила, что под влиянием жары в растениях происходят изменения, ведущие к гидролизу сложных белковых соединений и накоплению легкоподвижных аминокислот. Чем больше в растениях аминокрупп, тем более устойчивы они к высоким температурам. Н. А. Хлебникова (1937) в опытах с огурцами (сорт Неросимый) и другими культурами вводила в ткани листьев методом инфильтрации различные азотсодержащие вещества, затем подвергала листья воздействию высоких температур и по числу оставшихся живых клеток судила об их жаростойкости. Введение в ткани листьев таких веществ, как  $KNO_3$ ,  $NH_4NO_3$ , мочевины и аланина, содержащих аминокруппу, повышало синтез белка, увеличивало содержание аминного азота, повышало температуру коагуляции водорастворимого белка и увеличивало процент оставшихся после температурного воздействия живых клеток.

## ЛИТЕРАТУРА

Авакян А. Г. Биологические особенности роста и развития важнейших овощных и бахчевых культур. Автореф. докт. дисс. Л., 1965. Александров С. В., Брысов Н. С. Сад и огород, 1954, 2. Алешин С. И., Ястребов М. Т., Филиппова Н. В. Реф. докл. ТСХА, 1953, 17. Андреев В. М. Вестник с.-х. науки, 6, Казсельхозгиз, 1964. Андреев М. А., Комарова В., Горячева В. Тр. Туркм. СХИ, 1963, 12. Андросова М. Вестник с.-х. науки. Овощев. и карт., 1940, 3. Артемьев Г. В. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Артемьев Н. А. Проблемы энергетического действия на рост растения. Изд-во ВАСХНИЛ, 1936. Афанасьева Л. И. Вестник с.-х. науки. Овощев. и карт., 1940, 5. Бабушкин Л. Н. Физиол. раст., 1957, 4. Балашов А. Н. Зап. Ленингр. плодоовощ. ин-та, 1939, 4. Баханова С. Г., Львова И. Н. Сб. «Морфогенез растений», 2. Изд-во МГУ, 1961. Безхлебный О. I. Укр. бот. журн., 1960, 17, 1. Белик В. Ф. Тез. докл. Первой конфер. физиологов и биохимиков растений Сибири. Иркутск, 1960; Физиол. раст., 1961, 8, 4; 1963, 10, 3; Сб. «Физиол. питания, роста и устойчив. раст. Сибири и Дальнего Востока». М., Изд-во АН СССР, 1963а; Научн. труды НИИОХ 3. М., «Колос», 1965; Докл. советских ученых к 17-му Международ. конгр. по садов. М., «Колос», 1966; Биологические основы культуры тыквенных. Автореф. докт. дисс. Л., 1967; Сб. докл. Междунар. научного совещ. в Софии. Изд. Болг. акад. с.-х. наук, София, 1967а; Изучение физиологии устойчивости к холоду семян и растений огурцов и способы ее

повышения (сводный научный отчет за 1957—1967 гг.). Рукопись НИИОХ, 1968. Белик В. Ф., Андреева Р., Кособоков Г. С.-х. произв. нечерноз. зоны, 1967, 1. Белик В. Ф., Бамбурова Л. С., Соломина И. П., Добрунова Л. Г. Результаты научн. исслед. н.-и. ин-та овощн. х-ва за 1965 г. М., 1967. Белик В. Ф., Ващенко С. Ф., Вдовина Т. А., Кордичева Н. Н. Тез. докл. II. конф. физиол. и биох. Сибири и Дальн. Востока, 1964. Белик В. Ф., Козинер Э. П. Агробиол., 1963, 6; Вестн. с.-х. науки, 1964, 12; Результ. научн. исслед. н.-и. ин-та овощн. х-ва за 1965 г. М., 1967. Белик В. Ф., Плахова С. М. Друга Укр. наукова конфер. з фізіол. і біох. рослин. Київ, «Наукова думка», 1964. Белик В. Ф., Тюрина-Плахова С. М. Сб. «Рост и устойчивость раст.», 1. Киев, «Наукова думка», 1965. Белик В. Ф., Соломина И. П., Плахова С. М., Козинер Э. П. Сб. «Биол. основы повыш. качества семян с.-х. раст.», М., «Наука», 1964. Белик В. Ф., Соломина И. П., Тюрина С. М. Сб. научной информ. по овощам, М., «Колос», 1966. Белик В. Ф., Файнберг Ф. С., Вдовина Т. А. Сб. «Примен. полимерных пленок в овощеводстве», М., «Колос», 1964. Благовещенский А. В. Природа, 1938, 12; Докл. совещ. по физиол. раст. Тр. ИФР АН СССР, 1946, 4, 1; Тр. ИФР АН СССР, 1949, 6, 20. Ёос Г. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1957, 31, 2. Брезгунов И. М. Дегтярева З. И. Плодов. х-во, 1938, 2. Брызгалов В. А., Русин М. И. Зап. Ленингр. плод.овощн. ин-та, 1934, 1. Буяновская Ю. Г. Сб. докл. Омского СХИ. Омск, 1963; Сельск. х-во Сибири и Дальнего Востока, 1963а, 7. Васковский Г. Картофель и овощи, 1962, 1. Ващенко С. Ф. Воспитание рассады огурцов для парников и открытого грунта. Автореф. канд. дисс. М., 1954; Сад и огород, 1957, 7; Тр. Н.-и. ин-та овощного х-ва, 1959, 2, 1; Сб. «Выращивание овощей», М., Сельхозгиз, 1959а; Докл. сов. ученых к 16-му Междунар. конгр., по садов. М., Сельхозиздат, 1962; Колх. совх. произв., 1963, 7; Сб. «Гидропоника в сельск. х-ве», М., «Колос», 1965; Докл. сов. ученых к 17-му междунар. конгр. по садов. М., «Колос», 1966. Веселовская М. А. Земледелие, 1954, 3; Сб. «Выращив. овощей», М., Сельхозгиз, 1959. Владимирова В. Л. Реф. докл. ТСХА, 1952, 16. Волков В. Я. Булл. научн.-техн. информ. Уральск. н.-и. ин-та сельск. х-ва, 1956, 1. Воронова А. Е. Достиж. науки и передов. опыта в с.-х., 1953, 4; Залкалка семян и рассады теплолюбивых культур. Изд-во МСХ РСФСР, М., 1956; Сельск. х-во Сибири, 1959, 1. Габаев С. Г. Огурцы, М., Сельхозгиз, 1932. Гаврилова Л. В. Булл. Глав. бот. сада, 1962, 45. Галченко Н. Б. Цитология, 1961, 3, 4. Гейслер Т. Сб. «Обмен опытом получения высоких урож. овощей», Изд-во МСХ СССР, 1958. Генкель П. А., Колотова С. С. Изв. Пермск. биол. н.-и. ин-та, 1934, 9, 1. Генкель П. А., Куширенко С. В. Холодостойкость культурных растений, М., «Знание», 1959; Холодостойкость растений и термические способы ее повышения, М., «Наука», 1966. Генкель П. А., Марголина К. П. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1949, 6, 2. Гиляровский И. П., Чернов И. С. Овощеводство, 1940, 11—12. Гневышев Н. М., Кондратьев В. Н. Опыт полива овощных культур. Л., 1960. Годнев Т. Н., Ляхнович Я. П. Сб. «Биохим. и физиол. раст.», 22. Минск, 1958. Гусев П. А. Сад и огород, 1947, 4. Гурецкая Ф. С. Укр. бот. журн., 1950, 7(4); Цитологическое исследование старения клеток листьев огурца в связи с общей возрастной. Автореф. канд. дисс. Киев, 1952. Дзевалтовский А. К. Укр. бот. журн., 1962, 19, 3; Цитозембриология представителей тыквенных. Автореф. канд. дисс. Киев, 1963. Дорохов Л. М. Тр. лабораторий агрох. и биох. овощей. Всес. н.-и. ин-та овощн. х-ва. Изд-во ВАСХНИЛ, 1936; Докл. ВАСХНИЛ, 1938, 3—4; ДАН СССР, 1938а, 21, 1—2; 1938б, 21, 1—2. Дубровина А. В. Уч. зап. Яросл. пед. ин-та, 1957, 31; Физиол. раст., 1958, 5, 1. Дука В. И. Обоснование рациональной системы удобрения в овощном травопольном севообороте на выщелоченном черноземе и условия повышения эффективности плодородия почвы. Докт. дисс., 1957. Дунин М. С., Мяздрикова М. Н. Сов. бот.,

1941, 1—2. Ермолаева Е. Я. Сов. бот., 1941, 1—2. Ефимов М. С. Агробиол., 1960, 4. Жолкевич В. Н. Физиологическое изучение отношения некоторых теплолюбивых и холодостойких растений к низким положительным температурам. Автореф. канд. дисс. М., 1952; Тр. Ин-та физиол. раст., 1955, 9, 3. Жукова П. С. Применение стимуляторов роста в овощеводстве. Минск, 1962. Журбицкий З. И. Сб. «Удобр. в овощев. СССР». М., Сельхозгиз, 1935; Химиз. соц. земледел., 1939, 6; Сб. «Навоз и др. виды местных орг. удобрений». М., Сельхозгиз, 1940. Физиологические особенности минерального питания овощных культур, как основа рационального применения удобрений. Докт. дисс. М., 1949; Овощные и бахчевые культуры. Справочник по минер. удоб. М., Сельхозиздат, 1960. Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. Изд-во АН СССР, 1963; Сб. «Гидропоника в с.-х.»: М., «Колос», 1965. Журбицкий З. И., Соколова Л. А. Физиол. раст., 1962, 9, 5. Зауралов О. А. Сельск. х-во Сибири, 1961, 5; Физиол. раст., 1963, 10, 5. Иванов С. М. «Тр. по прикл. бот., ген. и сел.», 1935, 3, 6. Калинин М. Электриф. сельск. х-ва, 1933, 6. Кандина Г. В. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1958; 5(50); Сб. «Вопр. физиол. и биох. культ. раст.». Кишинев, «Штиинца», 1962, 1. Карелина О. И. Сб. научн. тр. Ивановского СХИ, 1959, 17. Кислюк И. М. ДАН СССР, 1964, 158, 6. Клешнин А. Ф. Растение и свет. М., Изд-во АН СССР, 1954. Корольков Е. Д. Сад и огород, 1929, 6; Электриф. сельск. х-ва, 1934, 5. Кособоков Г. И., Станко С. А., Вятлева Т. И., Субботин А. А. Сб. «Светонимпульсное облучение растений». М., «Наука», 1967. Кружилин А. С. Биологические особенности орошаемых культур. М., Сельхозгиз, 1954. Кузин А. М. Вестник с.-х. науки, 1960, 7. Куклина М. Р. Зап. Ленингр. СХИ, 1958, 13. Куликова М. Ф. Сб. «Биол. основы орош. землед.». М., Изд-во АН СССР, 1957; Полив овощных культур. М., «Колос», 1964. Куперман Ф. М. Теория индивидуального развития и пути управления природой организма. Изд-во МГУ, 1961. Кушниренко С. В. Физиол. раст., 1958, 5, 3; 1961, 8, 3; Последствие прерывистого охлаждения семян (закаливания к холоду) на некоторые физиологические особенности растений. Автореф. канд. дисс. М., 1962; Биол. основы повыш. качества семян с.-х. раст., М., «Наука», 1964. Кушниренко С. В., Морозова Р. С. Бот. журн., 1963, 48, 45. Левашов Н. А. Изв. Об-ва естествоиспыт., Саратов, 1926. Леман В. М., Сб. «Выращив. овощей при искусств. освещ.». Изд-во МСХ СССР, 1960; Курс светокультуры растений. М., «Высшая школа», 1961. Леман Б. М., Богачева И. И. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Леман В. М., Китаев С. Картофель и овощи, 1963, 3. Лобанов В. Картофель и овощи, 1961, 3. Лобов М. Ф. Физиологическое обоснование правильного орошения овощных культур. Автореф. докт. дисс. М., 1954. Львова И. Н. Сб. «Эксперимент. морфогенез», 1, Изд-во МГУ, 1963; Сб. «Вопр. семеноводства, семеноведения и кап. семенного дела», 2. Киев, «Урожай», 1964. Львова И. Н., Глазачева И. В., Пыхтина Т. К. Сб. «Морфогенез раст.», 2. Изд-во МГУ, 1961. Львова И. Н., Пыхтина Т. К., Глазачева И. В. Сб. «Эксперимент. морфогенез», 1. Изд-во МГУ, 1963. Львова И. Н., Сакович И. С. Наука и передов. опыт в сельск. х-ве, 1958, 6. Макаро И. Л., Кондратьева А. В. Сб. «Новое в овощев.». М., Сельхозгиз, 1960; Повышение продуктивности семян овощных культур. М., Сельхозиздат, 1962. Максимов Н. А. Научно-агроном. журн., 1925, 45; Природа, 1933, 5—6; Избр. работы по засухоуст. и зимост. раст., 1. М., Изд-во АН СССР, 1952. Тр. Ин-та физиол. раст., 1955, 10; Краткий курс физиологии растений. М., Сельхозгиз, 1958. Максимов Н. А., Клешнин А. Ф. ДАН СССР, 1947, 42, 2. Максимов П. Н. Пути получения высоких и устойчивых урожаев огурца в условиях открытого грунта Ленинградской области. Автореф. канд. дисс. Л., 1953. Марков В. М. Сад и огород, 1929, 2; 1947, 10. Механик Ф. Я. Докл. ВАСХНИЛ, 1958, 11. Мещеров Э. Т. Сб. «Сорта овощных культур СССР». М., Сельхозгиз, 1960; Бюлл. ВИР, 1960а,

8; Вестник с.-х. науки, 1961, 4. Милославов Л. Сад и огород, 1929, 11. Минин И. М. Огород. М.—Л., 1928. Минина Е. Г. ДАН СССР, 1938, 21, 6; Освещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. Изд-во АН СССР, 1952. Миронова М. П. Уч. зап. Карело-Финского ун-та, 1953, 5, 3. Мошков Б. С. Выращивание растений на искусственном освещении. М., Сельхозгиз, 1953; Тр. Ин-та физиол. раст., 1955, 10, 28; Фотопериодизм растений. М., Сельхозгиз, 1962; Выращивание растений при искусственном освещении. М., «Колос», 1966. Мураш И. Г. Физиол. раст., 1963, 10, 5; Аэропоника в теплицах. М., «Московский рабочий», 1964. Мураш И. Г., Горшунова Е. А. Сад и огород, 1957, 11. Муромцев Г. С., Пеньков Л. А. Гиббереллины. М., Сельхозиздат, 1962. Мурри И. К. Сб. «Биохимия овощных культур». М., Сельхозгиз, 1961. Наугольных В. Н., Викулина Л. А. Как повысить урожайность огурцов и томатов. Пермь, 1955. Незговоров Л. А. Физиол. раст., 1959, 6, 5. Незговоров Л. А., Ибрагимов М. И., Соловьев А. К. Физиол. раст., 1961, 8, 3. Незговоров Л. А., Соловьев А. К. Физиол. раст. 1957, 4, 6; 1958, 5, 5; Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960; Физиол. раст., 1965, 12, 3. Озеров Г. В. Тр. Белорусск. опытн. станции, 1940, 1. Олейник М. М. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Палилов Н. А. Электричество в сельском хозяйстве. Леноблиздат, 1935. Петин Н. С., Молотковский Ю. Г. Сб. «Водный режим растений в засушливых районах СССР». М., Изд-во АН СССР, 1961. Петров А. Овощевод, 1959, 3. Петров Е. Г. Орошение в овощеводстве. М., Сельхозгиз, 1955. Пискунова Л. Г. Сб. «Вопросы семеноводства, семеноведения и контр.-семен. дела», 2. Киев. «Урожай», 1964. Протасова Н. Н. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Радченко С. И. Экспер. ботаника, 1940, 4, 4; Эколого-физиологические основы учения о температурных градиентах среды и растений. Автореф. докт. дисс. Л., 1961. Раудсеп А. М. «Сб. «Опыт овощеводов закрытого грунта», 1957. Репин А. Н., Тишков С. М. Докл. ВАСХНИЛ, 1939, 21. Родионов В. К. Влияние предпосевной подготовки семян на рост, развитие и урожай огурцов, тыквы и томатов. Автореф. канд. дисс. Мичуринск, 1966. Родников Н. П. Тр. ТСХА, 1948, 35; Колх.-совх. произв., 1963, 7; Карт. и овощи, 1964, 4; Сб. «Гидропоника в сельск. х-ве». М., «Колос», 1965. Рубин Б. А. Курс физиологии растений. М., «Высшая школа», 1961. Сапун М. П. Докл. ВАСХНИЛ, 1940, 17. Советкина В. Е., Эфрос А. М., Мухлаева В., Павленко О. Зап. Ленингр. СХИ, 1963, 92. Соколова Н. К. Бюлл. научно-техн. информ. НИИОХ, 1957, 3; Сб. «Выращив. овощей при искусств. освещ.». Изд-во МСХ СССР, 1960. Соломина И. П. Физиологическая реакция семян и растений огурца на охлаждение. Автореф. канд. дисс. МГУ, 1969. Спиридонова А. И. Огурцы в теплицах ВСХВ. Изд. МСХ СССР, 1957. Станишевский А. Д. Сб. студ. научн. работ ТСХА, 1962, 11. Счастливецва Н. Г. Выращивание ранних и высоких урожаев огурцов в открытом грунте в Кировской области. Автореф. канд. дисс. Л., 1962. Тагеева С. В., Брандт А. А., Деревянко В. Г., Павлова И. П. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Тетячук Н. В. Сб. студ. научн. работ Уманского СХИ, 1948, 2. Морщикина С. Наука и передов. опыт в сельск. х-ве, 1958, 6. Ткаченко Н. Н. Докл. ВАСХНИЛ, 1940, 10. Ткаченко Н. Н., Чижов С. Т., Мещеров Э. Т., Ткачев Р. Я., Данилов В. П. Огурцы. М., Сельхозиздат, 1963. Ткаченко Ф. А. Научн. тр. Укр. н.-и. ин-та овощей. и карт. 1957, 4. Ткаченко Ф. А., Пискунова Л. Г. Селект. и семенов., 1963, 2. Троицкий Д. С. Тр. Плодоов. ин-та им. И. В. Мичурина, 1959, 10. Тульженкова Ф. Ф. Биологические особенности огурцов в теплицах на Крайнем Севере. Мурманск, 1958. Тчшяикова М. М. Тр. Ин-та генет. АН СССР, 1961, 28. Тювин М. Г. Сов. бот., 1939, 1. Тюрина С. М. Автореф. канд. дисс. М., 1966. Фрелих Г. Сб. «Обмен

опытом получ. высоких урож. овощей». Изд. МСХ СССР, 1958. Харламов В. Электриф. сельск. х-ва, 1933. З. Харузин А. Н. Огурцы, дыни, арбузы и тыквы. М., «Новая деревня», 1928. Хлебникова Н. А. Изв. АН СССР, 1932, 7, 8; Тр. Ин-та физиол. раст., 1937, 1, 2. Хохлачева Н. А. Сб. «Практ. выводы из оп. работ с овощн. культурами и картоф. Краснодар. зон овощ-карт. селекц. ст.», 1947, 2. Церевитинов Ф. В. Химия и товарооборот свежих плодов и овощей. 2. Госторгиздат, 1949. Цытович К. И. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1957, 31, 2; 1961, 34, 2. Чекунова З. И. Сб. «Новое в овощеводстве». М., Сельхозгиз, 1960. Чайлахян М. X. Гиббереллины растений. М., Изд-во АН СССР, 1963. Чесноков В. А. Тр. Ин-та физиол. раст., 1955, 10; Сб. «Всесоюзн. совещ. раб. с-х. науки». М., Сельхозгиз, 1957. Чесноков В. А., Базырина Е. Н. Вестник с-х. науки, 1957, 4. Чесноков В. А., Ильинская Н. А. Сб. «Выращив. овощей на искусст. питат. средах». М., Сельхозгиз, 1960. Чесноков В. А., Степанова А. М. Тр. Ин-та физиол. раст., 1955, 10. Чижов С. Т. Сб. «Новое в семенов. овощных культур». М., 1959. Шабельская Э. Ф. Формирование фотосинтетического аппарата некоторых культурных растений в нормальных и резко отклоняющихся условиях. Автореф. канд. дисс. Минск, 1964. Шахов А. А., Каплина Г. Т., Юсупов М. З. Сб. «Физиол. вопр. северного растениеводства». М., «Наука», 1965. Шереметевский П. В. Тр. Ин-та овощн. х-ва, 1, М., Сельхозгиз, 1950; Огурцы. Сельхозгиз, 1956. Шутлов Д. А., Беляев Н. В., Кандина Г. В. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1955, 2. Щупак К. Д., Серединская А. Ф., Суманова В. Е. Сб. «Гиббереллины и их действие на растение». М., Изд-во АН СССР, 1963. Эдельштейн В. И. Новое в огородничестве. М., 1931; Докл. ТСХА, 1949, 10; Овощеводство. Сельхозиздат, 1962. Юдкин Ф. М. Культура огурцов в теплицах. Сельхозгиз, 1933. Якимович А. Д., Шереметевский П. В. Огурцы. Сельхозгиз, 1938. Яковенко В. Т. Наука и передов. оп. в сельск. х-ве. 1957, 10. Barton L. V. Seed preservation and longevity. London, 1961. Currence T. M. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1932, 29. Edmond J. B. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1930, 27. Fischer F. J. Rhein. Mschr. Obstb., 1960, 48, 5. Fröhlich H. Archiv Gartenbau, 1959, 7, 7. Fröhlich H., Henkel L. Archiv Gartenbau, 1961, 9, 1. Galun E. Experimentia, 1956, 12, 6; Physiol. Plant., 1959, 12, 1. Geissler Th. Dtsch. Gartenbau, 1957, 4. Hayase H. J. Hort. Ass. Japan, 1955, 24, 2. Ito H., Saito T. J. Hort. Assoc. Japan, 1956, 25, 3; 1957, 25, 4; 1957a, 26, 1; 1957b, 26, 3; 1957c, 26, 4; 1958, 27, 1. Kribben F. J. Die Naturwiss., 1957, 44, 15. Reisener H. J. Beitr. Biol. Pflanzen, 1958, 34, 3. Laibach F., Kribben F. J. Naturwiss., 1950, 37, 5. Lockhart J. A. Physiol. Plant., 1958, 12, 3. Lockhart J. A., Deal P. H. Naturwiss., 1960, 47, 6. Nitsch J. P., Kurtz E. B., Liverman J. L., Went F. W. Amer. J. Bot., 1952, 39, 1. Parkinson A. H. Fm. Res., 1948, 14(3), 7. Pelhate J. Phitoma, 1959, 11, 110. Podešva J. Rostlinná výroba, 1956, 29, 8. Raleigh G. J. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1941, 38. Schroeder R. A. Agr. Exp. Sb. Univers. Missouri. Research. bull., 1939. Seaton H. L., Kremer J. C. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1939, 36. Shifriss O., Galun E. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1956, 67. Smerda V., Tichý S. Sborn. «Českosl. Akad. Zem. Ved. Rostl. Výroba», 1957, 3, 2. Spender B. Arch. Gartenbau, 1960, 8, 5. Spranger E. Die Gartewiss., 1941, 16. Tiedjens V. A. J. Agr. Research. 1928, 36, 8; 1928a, 36, 9. Tool E. H. U. S. Dep. Agr. Leaf. Washington, 1942. Varga G. Kertészeti Szöleszet, 1961, 10, 6. Agrartudományi egylet Mezőgazdaságtudományi kar. Gödöllo, 1962. Weibull G. Rep. 14<sup>th</sup> Int. Hort. Congr., 1955. Whitehead T., Kingham H. G. Grower, 1959, 52, 17. Wittwer S. H., Bucovac M. J. Farm Chemicals, 1958, 121, 1; Economic Botany, 1958a, 12, 3. Wong C. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1939, 36. Yabuta T., Hayashi T. J. Agric. Soc. Japan, 1939, 15, 174.

## Введение

К бахчевым культурам относятся арбуз, дыня, тыква, кабачки, патиссоны, люффа, горлянка и некоторые другие представители семейства Cucurbitaceae.

Бахчевые культуры произрастают в теплых и преимущественно сухих районах; они отличаются повышенной требовательностью к теплу, жаро- и засухоустойчивостью и способностью накапливать в плодах большие количества сахаров и полисахаридов.

Продукты бахчеводства являются важным элементом питания человека. В зонах развитого бахчеводства их употребляют в течение 3—4 месяцев, а в тех районах СССР, где организовано зимнее хранение дынь (Кзыл-Ордынская, Чарджоуская, Хорезмская области, Кара-Калпакская АССР), этот срок значительно увеличивается. Поздние сорта арбузов часто хранят до декабря—января, а тыквы даже до весны. Дыни и арбузы используются не только в свежем, но и в переработанном виде (арбузный и дынный мед, повидло, джем, цукаты, компоты, варенье, вяленая дыня). Кормовые бахчевые (тыква, кормовой арбуз) и нестандартная продукция столовых сортов бахчевых культур идут на корм скоту; их можно силосовать вместе с соломой и другими отходами зернового производства.

Бахчевыми культурами в СССР занято в последние годы в среднем 700—800 тыс. га. В эту площадь входит 200—300 тыс. га кормовой бахчи, представленной главным образом посевами тыквы и в незначительной мере кормового арбуза. Средняя урожайность бахчей пока низкая — около 5—10 т с 1 га. Передовики бахчеводства получают 40—50 т с 1 га и больше.

Выращиваются бахчевые культуры преимущественно в теплых степных районах европейской части страны, в Казахстане и в Средней Азии. Основными районами бахчеводства

являются Нижнее Поволжье, степная часть Украины, Северный Кавказ и Средняя Азия. Бахчевые, как правило, культивируются в долинах больших рек на легких песчаных и супесчаных почвах. Бахчеводство средней полосы европейской части СССР, Сибири, Дальнего Востока и Закавказья имеет второстепенное значение.

Плоды бахчевых культур ценны высоким содержанием сахаров и полисахаридов. У культурных форм арбуза и дыни в большом количестве образуются сахара в виде глюкозы, фруктозы и сахарозы. Полисахариды (преимущественно клетчатка и пектин) накапливаются у полукультурных и диких форм всех видов этих культур, а также у кормового арбуза и тыквы.

Обычно плоды столовых арбузов содержат около 8% сахара, а некоторые сорта (например, Мелитопольский 143) до 11—12%. Содержание сахара в плодах большинства сортов дыни гораздо выше: у среднеазиатских сортов — 11—12%, у зимних сортов — 8—9%, у хандаляков — 6—8%, у малоазиатских сортов — 8—11%, у европейских — 5—9%. У некоторых среднеазиатских сортов дынь содержание сахара в плодах достигает 8—12%. В плодах тыквы сахар также может содержаться в количестве 10—12% (например, у сорта Испанская), но сладость не ощущается на вкус из-за большого количества полисахаридов. Сухой вес мякоти плодов, включающий как сахара, так и полисахариды, у южных культурных сортов тыквы достигает 20—30%, в то время как северные сорта типа Мамонта и Стофунтовой содержат в плодах лишь около 4% сухих веществ. У отдельных тропических форм тыквы содержание сухого вещества в плодах достигает 45%.

## РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

### СОЗРЕВАНИЕ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН, ИХ ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ

Семена бахчевых культур образуются из семян, которых в каждом плоде довольно много (у арбуза, например, до 1000 штук). Они обладают исключительно высокой жизнеспособностью. Так, семена дыни при благоприятных условиях хранения не теряют всхожести в течение 8—10 лет, арбуза и тыквы в течение 5—8 лет. Наиболее высокая всхожесть семян наблюдается в первые 4—5 лет их хранения.

О жизнеспособности семян, созревающих в плоде и полученных в первый период после выделения их из плода («свежие», «молодые» семена) по сравнению с жизнеспособностью «старых» «лежалых» семян, нет единого мнения.



Среди практиков-бахчеводов и некоторых исследователей существует мнение, что семена бахчевых культур после двух-трехлетнего хранения обладают повышенной жизнеспособностью и что растения, выращенные из таких семян, могут давать более высокий урожай, чем растения, выращенные из молодых, свежесобранных семян. Такое мнение о семенах бахчевых культур в одной из своих работ вскользь высказал И. В. Мичурин (1948). Однако здесь же на примере других культур он убедительно показал, что в процессе хранения семян происходит обмен пластических веществ, запас которых непрерывно расходуется и в результате жизнеспособность семян постепенно понижается.

Обосновывая предположение о более высокой жизнеспособности старых семян бахчевых культур в сравнении со свежими, молодыми семенами, некоторые авторы высказывают мнение о наличии у семян этих культур периода длительного послеуборочного дозревания (Краснокутский, 1952; Веселовская, 1959). Другие авторы предполагают наличие у бахчевых семян периода покоя (Тетюрев, 1944).

Между тем ряд исследователей опытным путем показал, что старые семена не обладают повышенной жизнеспособностью. Так, И. П. Попов (1946) установил, что растения, выращенные из лежалых, старых семян менее урожайны или дают такие же урожаи, как и растения, выращенные из свежих семян. В опытах В. Ф. Белика (1956), проведенных в 1954 г. на Бирючукской станции с сортом арбуза Дынный лист, посев двулетними семенами не дал преимуществ в сравнении с посевами однолетними семенами. Г. Л. Эситашвили (1956) в своих опытах, проведенных в Грузии, показал, что молодые семена, взятые из незрелых плодов бахчевых культур, нуждаются в послеуборочном дозревании, чему способствует прогревание их перед посевом. После прогревания даже такие семена были лучше очень старых. Свежие семена, взятые из полностью вызревших плодов, в опытах Г. Л. Эситашвили значительно превосходили по качеству старые, лежалые семена. В связи с этим автор рекомендует пользоваться для посева свежими однолетними семенами бахчевых культур.

В условиях юга часто приходится констатировать полную способность к прорастанию у семян, которые только что выделены из плодов. Более того, семена арбузов и тыквы способны прорасти даже прямо в плодах, находящихся в хранении (Белик, 1957). С. И. Кобытев (1951) наблюдал аналогичное явление у плодов дыни. Иногда семена в плодах не только прорастают, но образуют семядоли и даже первый настоящий листок, окрашенный в зеленый цвет (рис. 46). Все эти данные опровергают мнение о необходимости послеуборочного дозревания для семян бахчевых культур, получен-

ных в благоприятных для вызревания плодов условиях юга СССР. Правда, иногда всхожесть семян арбузов через два-три месяца после уборки бывает выше, чем сразу же после просушки, что объясняется дозреванием за это время недоразвитых семян, которые полностью не вызрели в плодах. Семена, вызревшие полностью, имеют 100%-ную всхожесть сразу же после просушки.



Рис. 46. Плод тыквы с проросшими внутри семенами (по В. Ф. Белику, 1956)

Учитывая большую противоречивость данных об уровне жизнеспособности семян бахчевых культур различного срока хранения, В. Ф. Белик (1967) провел ряд специальных лабораторных и полевых опытов для изучения этого вопроса. В этих опытах было установлено, что семена бахчевых культур обладают высокой жизнеспособностью, сохраняя ее длительное время, 5—6, а иногда более 10 лет. При этом, как правило, в процессе хранения идет постепенное снижение жизнеспособности семян.

Снижение жизнеспособности семян в процессе хранения выражается в постепенном снижении энергии их прорастания, а затем и всхожести, в ослаблении биохимических процессов, связанных с прорастанием семян, и понижении энергии роста проростков (табл. 172). Ослабляется рост растений, выращенных из старых семян, и снижается качество урожая.

При сравнении молодых семян, которые обладают высокой энергией прорастания и всхожестью, и тех, которые имеют низкие показатели всхожести, отмечена четкая закономерность, выражающаяся в том, что с понижением жизнеспособности семян и увеличением срока их хранения интенсивность накопления в них аскорбиновой кислоты снижается (см. табл. 172). Эти данные позволяют рекомендовать использование в качестве показателя уровня жизнеспособности семян наряду с энергией их прорастания и всхожестью интенсивность накопления аскорбиновой кислоты в прорастающих семенах. Более жизнеспособные семена обладают повышенной активностью этого процесса.

Полное вызревание семян в основных южных районах

**Зависимость некоторых физиологических особенностей семян  
бахчевых культур от сроков хранения**

Срок хранения семян, годы	Всхожесть, %	Энергия прорастания, %	Длина 3—4 дневных проростков, см	Содержание аскорбиновой кислоты в проросших семенах, мг %
<i>Арбузы, сорт Дынный лист</i>				
1	95	89	4,4	9,71
6	87	48	3,1	4,40
10	5	3	1,3	2,93
<i>Тыквы, сорт Мичуринец 136</i>				
1	100	100	4,4	20,52
4	95	85	2,1	23,27
6	30	18	0,7	2,01
<i>Тыквы, сорт Бирючуктская 628</i>				
2	96	90	8,4	36,80
5	86	52	7,4	34,53
9	16	4	—	21,69

товарного бахчеводства нашей страны обеспечивается благоприятными метеорологическими условиями. В более северных районах — Центральной нечерноземной полосе, в Сибири и других районах с коротким вегетационным периодом и недостаточным количеством теплых и светлых дней — семена бахчевых в ряде случаев оказываются биологически незрелыми, хотя плоды достигают технической зрелости. Длительное хранение таких семян в теплых помещениях и искусственное прогревание способствуют повышению их жизнеспособности: всхожести, энергии прорастания, а в ряде случаев и продуктивности выращенных из них растений. Так, в опытах М. А. Веселовской (1959) с арбузом Стокса и дыней Алтайской в условиях Западной Сибири предпосевное подсушивание и прогревание семян на солнце в течение двух дней или искусственное прогревание в течение четырех часов при температуре 55—60° ускоряло развитие и повышало общую продуктивность растений на 11—29%, а ранний урожай — на 8—22%.

В условиях юга, где получают хорошо вызревшие, высококачественные семена, предпосевное прогревание их не всегда может дать положительные результаты. Так, в опытах, проведенных в Ростовской и Волгоградской областях, получены данные о том, что прогревание высококачественных семян (со всхожестью 98—100%) не оказывает сколько-нибудь заметного положительного влияния на рост, развитие и продуктивность выращенных из них растений (Белик, 1967).

В отдельных случаях наблюдалось даже отрицательное влияние прогревания семян. Например, прогревание семян арбуза сорта Багаевский мурашка 747/749 привело к снижению урожая, что было обусловлено меньшей ассимиляционной поверхностью и более высоким соотношением мужских и женских цветков у растений, выращенных из прогретых семян (табл. 173).

Таблица 173

Влияние прогревания семян на всхожесть и урожай растений арбуза и дыни

Показатели	Варианты опыта	Волгоградская область	Ростовская область				
		арбузы	арбузы		дыни		
		Победитель 395	Багаевский мурашка 747/749		Казачка 244	Новинка Дона	
		1962 г.	1962 г.	1964 г.	1962 г.	1963 г.	1964 г.
Полевая всхожесть, %	Контроль	75	48	36	82	21	60
То же	Прогревание	75	49	38	85	16	65
Ранний урожай, ц/га	Контроль	42	—	—	53	—	—
То же	Прогревание	33	—	—	36	—	—
Общий урожай, ц/га	Контроль	115	238	232	207	108	216
То же	Прогревание	112	237	167	198	104	216

Вместе с тем в литературе имеются данные и о положительном влиянии прогревания семян на урожайность растений бахчевых культур в южных условиях (Репин, Тишков, 1939; Репин, 1948, 1955; Краснокутский, 1952).

Созревание семян бахчевых культур сопровождается существенными изменениями их биохимического состава. Так, по данным Н. А. Бывших (1954), полученным в опытах с арбузами Стокс и Мелитопольский 142, в процессе созревания сухой вес семян как в абсолютном, так и в процентном выражении непрерывно увеличивается, и в семенах снижается содержание воды.

В процессе созревания семян в них происходит увеличение, а в перезревших плодах — снижение абсолютного и относительного количества масла. При изучении свойств масла в семенах автор установил, что по мере созревания семян постепенно увеличивается показатель преломления, число омыления, эфирное число и интенсивность окраски масла. Кислотное число при этом снижается. При передержке семян в плодах (до начала разложения мякоти) эти изменения происходят в обратном направлении.

Абсолютное количество зольных элементов в процессе созревания семян непрерывно растет, а к моменту начала разложения плодов — снижается. Относительное содержание зольных элементов меняется незначительно.

Значительные изменения наблюдаются и в белковом комплексе семян. При созревании происходит неуклонный рост абсолютного и относительного содержания белкового и общего азота при снижении количества небелкового азота. При передержке семян в плодах эти процессы идут в обратном направлении — происходит снижение содержания белкового и общего азота и увеличение количества небелкового азота. Во все периоды развития семени основная часть азота связывается в белковые соединения. Изучая изменения состава и свойства белков в семенах арбуза при различной степени зрелости, Н. А. Бывших (1954, 1960) установил, что преобладающим белком в семенах арбуза во все фазы их созревания является глобулин; имеется также значительное количество альбумина и глютелина. В процессе созревания и дозревания происходит постепенное нарастание количества фракции глобулина и альбумина; содержание глютелина возрастает лишь до снятия зрелых плодов с растения.

Изучая жизнеспособность семян арбуза различной степени зрелости, Н. А. Бывших (1954) установил, что способность к прорастанию обнаруживается у них значительно раньше полной биологической зрелости. Наиболее высокая энергия прорастания и всхожесть были отмечены у технически зрелых и находящихся в хранении плодов. У плодов, передержанных в процессе хранения, энергия прорастания и всхожесть семян снова снижалась.

Прорастание семян бахчевых культур начинается с развития корешка, который укрепляется в почве и дает боковые корни. Лишь после этого начинается рост стебля, семядоли выносятся наружу и становятся синтезирующими органами. Поэтому большое значение имеет размер и абсолютный вес семян, поскольку молодой организм бахчевых растений относительно длительное время растет и развивается за счет запасных веществ семени. Большой запас питательных веществ в крупном семени и семядолях позволяет молодым растениям дольше выдерживать неблагоприятные условия, в частности температурные, при которых практически отсутствует фотосинтез, а элементы минерального питания из почвы в растение не поступают. Ко времени появления всходов бахчевых культур в их точках роста уже образуются зачатки второго настоящего листка.

При прорастании семян преобладают гидролитические процессы, прямо противоположные тем, которые наблюдаются при созревании. Многие исследователи (Лясковский, 1874; Jegelow, 1906; Zeller, 1935; Weber, 1936; Neuman, 1944;

Crombie, Comber, 1956) отмечают, что при прорастании семян тыквенных культур происходит снижение количества масла и увеличение содержания углеводов. Жиры при прорастании семян расщепляются под действием липазы до глицерина и свободных жирных кислот. Образующийся при гидролизе жиров глицерин и свободные жирные кислоты быстро используются для обеспечения ростовых процессов, происходящих при прорастании семени. При этом главными продуктами превращения жиров являются сахара.

Биохимические процессы превращения жиров происходят и в семядольных листочках растений. По данным Кромби и Комбер (1956), в семядолях семян столового арбуза и тыквы, как только они выходят из оболочки семени и раскрываются, происходит, хотя и в очень незначительном количестве, синтез жиров, в частности линоленовой кислоты.

Большая часть запасных липидов представлена в семенах тыквенных глицеридами высших жирных кислот. Разрушение их при прорастании семян происходит под влиянием фермента липазы. При этом выделяются свободные жирные кислоты, которые затем деградируют под действием энзима десмолазы. Свободные жирные кислоты накапливаются, если десмолаза является менее активной, чем липаза.

Как показали опыты, проведенные с различными сортами бахчевых культур (Белик, 1967), в покоящихся семенах активность липазы находится на низком уровне, что приводит лишь к незначительным превращениям жиров, необходимым для обеспечения расходов пластических веществ, связанных с дыханием. После замачивания семян в воде, когда зародыш выходит из состояния покоя, активность липазы резко возрастает, достигая максимума к началу прорастания семян. Аналогичные изменения происходят в содержании аскорбиновой кислоты с тем отличием, что ее возрастание наблюдается в семядолях и после прорастания семян.

Для прорастания семян бахчевых большое значение имеют благоприятные температурные условия. Для нормального прорастания семян тыквы нужна температура не ниже 12—14°, для дыни 15—16°, арбуза 16—18° (Кревченко, 1938 и др.).

При благоприятных температурных условиях и достаточной влажности почвы семена тыквы дают всходы через 6—7 дней, дыни через 8—9, а арбуза через 9—10 дней после посева. С повышением температуры до оптимального уровня (25—35°) уменьшается срок прорастания и повышается процент всхожести семян. При такой температуре семена дыни могут начать прорастать на второй-третий день после замачивания в воде. При низкой же температуре семена могут пролежать в почве, не прорастая, до 30 и больше дней. Если при этом в почве имеется достаточное количество влаги, то

набухшие семена при отсутствии необходимых температурных условий не только не прорастут, но и снизят или полностью потеряют свою всхожесть.

Для нормального набухания семян бахчевых культур необходимо относительно небольшое количество влаги: для набухания семян дыни 41—45%, арбуза 48—50% от абсолютного сухого веса семян; для прорастания семян влаги требуется на 20—25% больше (Белик, 1967). Свет на всхожесть семян практически не влияет, лишь несколько задерживая их прорастание.

В 1960—1964 гг. в условиях Московской и Ростовской областей были проведены опыты по изучению влияния гиббереллина на энергию прорастания и всхожесть семян бахчевых культур при различных температурах, а также на рост и развитие растений и их продуктивность. Опыты показали, что обработка семян гиббереллином не оказывает существенного влияния на всхожесть и энергию прорастания, если проращивание ведется при нормальных температурных условиях, т. е. не менее 18—20° (семена замачивали в растворах гиббереллина различной концентрации в течение суток). Эффект почти не зависел от концентрации гиббереллина (Белик, 1965).

Однако при проращивании обработанных гиббереллином семян при пониженной температуре (дыни и тыквы при 7—12°, арбузы при 12—14°), под влиянием гиббереллина значи-

Таблица 174

**Влияние гиббереллина на энергию прорастания и всхожесть семян бахчевых культур при пониженных температурах (% проросших семян)**

Количество дней от посева до проведения учета	Концентрация гиббереллина при обработке семян, мг/л						
	контроль (вода)	5	100	200	500	1000	2000

*Арбуз Донской 39*

10	0	0	4	6	2	0	0
13	0	14	32	30	24	14	0
17	8	24	34	50	38	30	8
27	40	52	68	76	76	62	58

*• Дыня Новинка Дона*

26	0	0	2	8	6	4	0
31	36	60	78	80	66	62	30

*Тыква Миндальная 35*

26	2	4	18	12	14	18	12
31	12	24	44	44	48	40	42

тельно повышалась всхожесть и особенно энергия прорастания семян (табл. 174).

Как следует из данных таблицы 174, в опыте с дыней и арбузом лучшие результаты получены при использовании гиббереллина в концентрации 100—1000 мг/л, а в опыте с тыквой в концентрации 100—2000 мг/л.

В опытах, проведенных в открытом грунте на юге с арбузом сорта *Десертный 83* и дыней сорта *Колхозница 749/753*, однократное опрыскивание растений в период начала интенсивного роста плодов раствором гиббереллина в концентрации 100 мг/л существенного влияния на рост, развитие и продуктивность растений не оказало. В опытах, проведенных под Москвой в условиях закрытого и открытого грунта с арбузом сорта *Донской 39* и тыквой сорта *Миндальная 35*, обработка семян гиббереллином в концентрации 100 и 200 мг/л оказала сильное влияние на растения лишь в первый период вегетации (сеянцы после обработки гиббереллином имели сильно вытянутое подсемядольное колено (рис. 47) и более светлую, чем у контрольных растений,



Рис. 47. Двадцатидневная рассада тыквы сорта *Миндальная 35*:

1 — контроль, 2 — рассада, выращенная из семян, обработанных раствором гиббереллина концентрации 200 мг/л (по В. Ф. Белику, 1965)

ний, окраску листьев с пониженным содержанием хлорофилла). Появление всходов у опытных и контрольных растений наблюдалось одновременно — на 5—7-й день после посева (посев проводили в парниках в торфо-перегнойные горшочки; рассаду высаживали затем на постоянное место в открытый грунт или в парники).

## РОСТ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ БАХЧЕВЫХ РАСТЕНИЙ

Появившиеся на поверхности почвы всходы бахчевых растений первое время питаются за счет пластических веществ, имеющихся в семядолях. В течение первых 8—10 дней после появления всходов семядоли молодых растений энергично синтезируют питательные вещества, сами растут, увеличиваясь в размере, и обеспечивают усиленный рост корневой системы. После того как растение в достаточной мере



разовьет корневую систему, начинается более энергичный рост надземной части.

Надземная часть растения первое время растет довольно медленными темпами: через 5—6 дней после всходов появляется первый настоящий лист, затем через каждые 3—4 дня второй, третий, четвертый и пятый листья, после чего рост снова замедляется. По форме и размеру первые листья резко отличаются от листьев, типичных для взрослого растения. Междоузлия растений в этот период сильно укорочены, так что растения имеют вид небольшого прямостоячего кустика. Эту фазу вегетации у бахчевых растений принято называть «фазой шатрика». Прирост длины стебля в этот период идет медленно — по 0,5—1,0 см в сутки.

Через 20—40 дней после всходов (длительность этого периода зависит от культуры, сорта, метеорологических условий) растения начинают образовывать главный стебель («плеть»), а затем и боковые побеги. Ветвление начинается с пазух семядольных и первого настоящего листа, а затем передвигается вверх по главному стеблю. Побеги первого порядка появляются вскоре после образования главного стебля в его листовых пазухах. У дынь и арбузов длина побегов первого порядка часто превосходит длину главного стебля. На побегах первого порядка образуются побеги второго, на последних — третьего порядка и т. д.

Образование побегов второго порядка происходит примерно через 30—40 дней после появления всходов. По длине они уступают побегам первого порядка. Ветви третьего и четвертого порядков образуются еще позднее. По силе своего развития они уступают всем остальным.

В период ветвления происходит наиболее усиленный рост растений. Например, по наблюдениям Ф. М. Касьянова (1947), в Астраханской области при благоприятных погодных условиях прирост надземной части арбузов (всех побегов) достигает 1,8 м в сутки на одно растение. У тыквы наблюдается еще более энергичный рост. По данным С. Н. Лутوخина (цит. по Пангалю, 1933), прирост всех плетей тыквы на одном растении может достигать десяти метров в сутки.

Листовая поверхность у взрослых растений бахчевых культур достигает поистине колоссальных размеров. Количество листьев на одном растении арбуза может достигать 2150 штук. Ассимиляционный аппарат одного растения тыквы за вегетационный период может достигать площади 30 м<sup>2</sup>.

Стебли у тыквенных растений сравнительно тонкие, длинные, ползучие (стелющиеся), поэтому их обычно называют «плетями». Наиболее сильно развиты они у тыквы. Длина главного побега, а иногда и боковых плетей у отдельных растений тыквы может достигать 10 м и больше. У арбузов длина плетей достигает 4—5 м (у кормового арбуза еще

больше). Дыни имеют менее развитые стебли. Однако у некоторых сортов дыни, особенно среднеазиатских, длина плетей достигает 2,5—3 м. Наряду с этим у дынь и тыквы имеются короткоплетистые и кустовые формы. У этих форм междуузлия сильно укорочены, а плоды размещены главным образом у основания стебля. Типичными представителями сортов с кустовыми растениями у тыквы вида *Cucurbita pepo* являются сорта Днепропетровская кустовая 1; Кустовая 39;

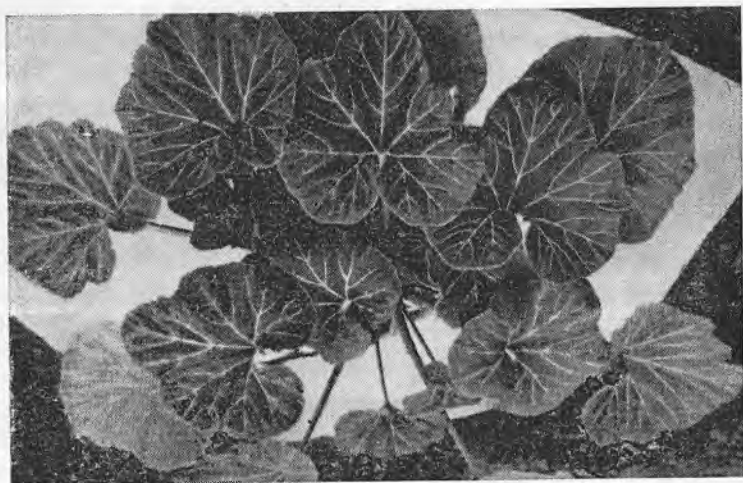


Рис. 48. Дикая форма кустовой тыквы вида *C. maxima*

Кустовая скороспелая; Грибовская кустовая, а также кабачки. У других видов тыквы также имеются кустовые формы, но в основном дикие, мелкоплодные (рис. 48). Кустовые дыни представлены культурным сортом Бирючукотской станции Кустовая 11 и дикими формами Тахми и Буш. Кустовые арбузы до последнего времени не были известны, однако в 1957 г. на Техасской сельскохозяйственной опытной станции в США выведен кустовой сорт арбуза с желтой мякотью — Кустовой десертный (позднеспелый, но высокоурожайный).

Кабачки и патиссоны, которые также относятся к тыкве вида *C. pepo*, являются наиболее скороспелыми формами среди бахчевых культур. Период от всходов до получения пищевого продукта составляет у этих культур всего 40—45 дней. Выращивают их везде (за исключением Крайнего Севера). Цветение у них начинается примерно через месяц после появления всходов, товарные плоды образуются через 7—10 дней после начала цветения. Патиссоны и кабачки имеют кустовую форму растений.

Для кабачков и патиссонов, как и для других видов бахчевых культур, характерен бурный рост ассимиляционной поверхности и корневой системы.

На рост и развитие растений тыквенных культур можно воздействовать различными препаратами (ростовыми веществами, фунгицидами). К сожалению, данных по этому вопросу применительно к бахчевым культурам еще очень мало. Приведем некоторые из них.

Уитвер и Буковак (Wittwer, Bukovac, 1958) при опрыскивании раствором гиббереллина в концентрации 0,1% растений дыни в фазе 1—5 листьев наблюдали усиление роста, но при этом происходило снижение количества кондиционных плодов.

Локхарт и Дил (Lockhart, 1958; Lockhart, Deal, 1960) изучали способность гибберелловой и индолилуксусной кислот устранять тормозящее рост стебля тыквы действие красного света и ультрафиолетового облучения. В течение четырех дней растения выдерживали в темноте, а затем их обрабатывали гиббереллином в дозе 4 мг на растение и индолилуксусной кислотой в различных концентрациях. Промеры растений, проведенные через 24 часа после обработки, показали слабую эффективность гиббереллина и почти полное отсутствие влияния на рост индолилуксусной кислоты. Изучая сравнительную активность различных видов гиббереллина, Локхарт и Дил установили, что на тыквы вида *C. pepo* гиббереллин А<sub>4</sub> оказывает более сильное действие, чем гиббереллин А<sub>3</sub>.

Имеются также и другие, причем противоречивые, данные о влиянии гиббереллина на рост и продуктивность тыквы (Benvenuti, 1957; Pisani, 1958; Дзевалтовский, 1962; Белик, 1965).

В опытах О. А. Зауралова (1963) с дыней Алтайской обработка гиббереллином усиливала рост стебля, но замедляла рост листьев, а у сорта Шакарпалак — наоборот. Совместное воздействие гиббереллина и низких температур вызывало угнетение растений дыни — ухудшало рост и задерживало развитие.

### РОСТ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ РОЛЬ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ

Длительное время существовало мнение о том, что высокая засухоустойчивость бахчевых растений будто бы обусловлена глубоким проникновением корневой системы в нижние горизонты почвы, откуда она обеспечивает надземную часть растений водой. Изучение характера роста и строения корневой системы бахчевых культур показало, что это далеко не так. В работах С. А. Карташевой (1925), Д. А. Сикстея (1935), Д. С. Певнева (1938), Вигганса (Wiggans, 1938),

Р. П. Кокушкиной (1952), Ф. А. Ткаченко (1954), Г. Л. Эсигташвили (1956), И. Н. Листопадова (1957), Т. Н. Балашова (1959), М. И. Малининой (1960) и других исследователей показано, что корневая система бахчевых культур развита сильно, но расположена в основном не в глубоких, а в верхних горизонтах почвы.

Корневая система бахчевых культур состоит из главного корня и боковых корней первого порядка, несущих на себе массу тонких ответвлений второго, третьего и других порядков и корневых сосущих волосков. Все эти корни, распространяясь в почве, переплетаются между собой, образуя сплошную сетку диаметром до 8—10 м. Благодаря такому мощному развитию корневой системы бахчевые растения используют громадный объем почвы и влаги, а поверхностное расположение основной массы корней позволяет максимально использовать даже незначительные выпадающие осадки.

Главный корень обычно идет вертикально вниз. У сортов столового арбуза он имеет у шейки толщину 1—1,5 см, а у диких его форм 5—7 см. Через 25—30 см он становится тоньше и идет вглубь в виде тонкого нитевидного корешка. Стержневой корень у арбуза может проникать на значительную глубину (до одного метра и больше). Боковые ответвления отходят почти горизонтально от верхней части главного корня, располагаясь в основном в пахотном и подпахотном горизонтах на глубине 20—30 см. Боковые корни первого порядка часто бывают длиннее стержневого, достигая длины 4—5 м. Корневая система арбуза со всеми разветвлениями охватывает до 7—10 м<sup>3</sup> почвы.

У кормового арбуза корневая система развита еще более мощно, чем у столового.

Физиологически активная часть корневой системы у арбузов и других видов бахчевых культур расположена в основном на корнях второго и третьего порядков (около 90%). В связи с этим корням второго и третьего порядков принадлежит основная роль в усвоении воды и минеральных веществ.

Растения дынь имеют такое же расположение и строение корневой системы, как и арбузы. Корневая система дыни состоит из главного (стержневого) корня, идущего вертикально вниз, и боковых корней, расположенных в основном в пахотном и подпахотном горизонтах. Однако развитие корневой системы у дынь несколько слабее, чем у арбузов. Длина главного корня достигает у них одного метра, а боковых — двух-трех метров.

У всех сортов дынь, так же как и арбузов, корневая система по скорости развития и мощности всегда опережает надземную, причем эта диспропорция наиболее сильно проявляется при ранних сроках сева у длинноплетистых средне-

и позднеспелых сортов в период от фазы шатрика до начала созревания плодов, а у короткоплетистых форм — в конце вегетации. Стержневой и боковые корни первого порядка наиболее интенсивно растут до начала созревания плодов; в последующий период их рост ослабляется. Общая длина боковых корней у дыни, как и у других видов семейства Cucurbitaceae, превышает размеры плетей первого порядка.

Корневая и надземная система тыквы значительно мощнее, чем у дынь и даже у арбузов. Так, по данным Р. П. Кокушкиной (1952), корневая система тыквы состоит из стержневого корня, достигающего двух метров длины и трех сантиметров толщины, боковых корней первого порядка, в количестве до 12, длиной 2—5 м, корней второго порядка длиной до 2,5 м и корней третьего порядка длиной до 1,5 м. Кроме этих корней у тыквы имеется громадное количество сосущих корешков, которые совместно с корневыми волосками составляют физиологически активную часть корневой системы.

Формирование корневой системы у бахчевых культур начинается еще до выхода семян на поверхности почвы. Например, у кормового арбуза к моменту появления всходов главный корень достигает длины 15—20 см, а боковые — 7—8 см. Когда появляется первый настоящий лист, корневая система уже распространяется в диаметре 60—70 см, а в фазе шатрика — в диаметре 150—160 см. Отдельные корни при этом достигают длины 1,5 м и более (Листопадов, 1957). У тыквы к фазе семян стержневой корень достигает длины 22 см, боковые — 23 см, в фазе одного настоящего листа (12-й день после всходов) боковые корни достигают длины 35 см, а в период шатрика (5—7 настоящих листьев) 140 см (Кокушкина, 1952). Максимальных размеров корневая система достигает ко времени цветения растений. Общая длина основных корней у взрослого растения дыни достигает 32 м, у столового арбуза — 57,5 м, у тыквы — 171,5 м.

На строение и размеры образующейся корневой системы оказывает влияние увлажненность почвы, тип почвы, площадь питания растений и другие факторы. При недостатке влаги в почве корневая система бахчевых растений располагается ближе к поверхности почвы и распространяется шире. При достаточном количестве влаги она уходит в более глубокие горизонты; радиус захвата ее уменьшается.

С уменьшением площади питания развитие корневой системы происходит слабее. При этом боковые корни уходят в более глубокие горизонты, чем при больших площадях питания.

При выращивании бахчевых культур на легких почвах их корневая система развивается более мощной и сильнее разветвляется, чем при выращивании на тяжелых почвах. Растения, под которые вносились минеральные удобрения, имеют

более мощную корневую систему, чем на неудобренном фоне.

При достаточном количестве влаги в почве, особенно если применить агроприем, называемый присыпкой плетей, бахчевые культуры могут образовывать дополнительные корни, которые достигают длины 50 и больше сантиметров. Эти корни укрепляют растение на почве, предохраняя его от переворачивания ветром и обеспечивают дополнительное питание и снабжение влагой. Наиболее активной способностью к образованию дополнительных корней обладает тыква (рис. 49).

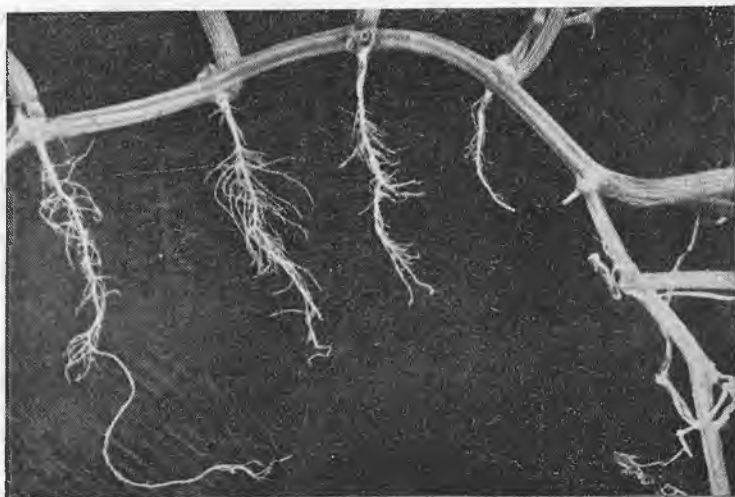


Рис. 49. Дополнительные корни у тыквы (по В. Ф. Белику, 1956)

Насколько высока способность корнеобразования у растений тыквы, говорят опыты И. П. Білокінь (1955), в которых автору удавалось вызывать образование корней у отделенных от зародыша семядолей тыквы и даже у их частей. При наличии адвентивных почек семядоли способны образовывать и стеблевой побег.

Корневая система бахчевых растений имеет большое значение в снабжении надземной части минеральными веществами и водой из почвы. Однако ее роль не ограничивается только этими функциями. Как показали исследования Д. А. Сабинина (1949), а затем А. Л. Курсанова с сотрудниками, корни принимают активное участие в процессах синтеза органических веществ.

Используя метод меченых атомов, А. Л. Курсанов и О. Н. Кулаева (Kursanov, Kulaeva, 1958) установили, что  $C^{14}$ ,

ассимилированный листьями и поступивший в виде сахаразы в корни тыквы (сорт Мозолеевская), уже через час включается в лимонную, яблочную, фумаровую, пировиноградную и другие органические кислоты, которые, присоединяя поглощенный корнями аммиак, превращаются в амиды и аминокислоты. Синтез кислот в корнях сопровождается интенсивным  $\beta$ -карбоксилированием. Недостаток фосфора подавляет реакции карбоксилирования и превращения кислот по циклу Кребса. При этом накапливаются амиды, вещества с гуанидиновой группировкой (аргинин) и аллантаин, передвигающиеся с пасоккой. Одновременно происходит образование чуждой для корней глиокселевой кислоты. Подкормка голодающих растений фосфором восстанавливает нормальный обмен и процессы передвижения веществ в корневой системе. Состав органических кислот, обнаруженный в корнях нормальных и голодающих растений, в значительной мере повторяется в пасоке, что указывает на передвижение части вырабатываемых корнями кислот в надземные органы. Таким образом, было установлено, что в процессе своего метаболизма корни тыквы образуют целый ряд органических кислот (главным образом ди- и трикарбонового цикла) и что эти кислоты могут передвигаться в надземные органы.

При изучении углеводно-фосфатного и азотистого обмена и синтеза аминокислот (Курсанов, Туева, Верещагин, 1954; Кулаева, Силина, Курсанов, 1957) в корнях тыквы было обнаружено до 18 свободных аминокислот, которые также синтезируются непосредственно в корнях. Среди них количественно преобладали аланин, кислота, соответствующая по своему составу Rf  $\gamma$ -аминоасляной и амид-глутамин. Состав аминокислот в пасоке соответствовал составу их в корнях. При этом в пасоке также преобладали глутамин, аланин и  $\gamma$ -аминоасляная кислота, которые выполняют у тыквы роль основных транспортных форм азота. Фосфорное голодание приводило к снижению поглощения корнями аммонийного азота и сокращению образования ряда аминокислот: цистина, лизина, пролина и особенно резко аланина  $\gamma$ -аминоасляной кислоты (рис. 50). Поглощаемый азот у голодающих по фосфору растений связывался в виде соединений с высоким содержанием азота в молекуле (глутамина, аргинина, аланина и двух пока неидентифицированных веществ с гуанидированными группировками), что не свойственно нормальному обмену веществ у тыквы. Это явление может быть одной из причин слабого использования азотистых соединений при фосфорном голодании, что выражалось также в накоплении небелкового и убыли белкового азота. Подкормка фосфором вызывала быстрое восстановление синтеза характерных для тыквы аминокислот, что сопровождалось расходом соединений с высокой нагрузкой азота.

В. Л. Кретович с сотрудниками (1959), З. Г. Евстигнеева и К. Б. Асева (1959) также выявили в пасоке корней тыквы до 16 аминокислот: аспарагиновую и глутаминовую кислоты и соответствующие им амины, тирозин, метионин, аланин, валин и лейцин.

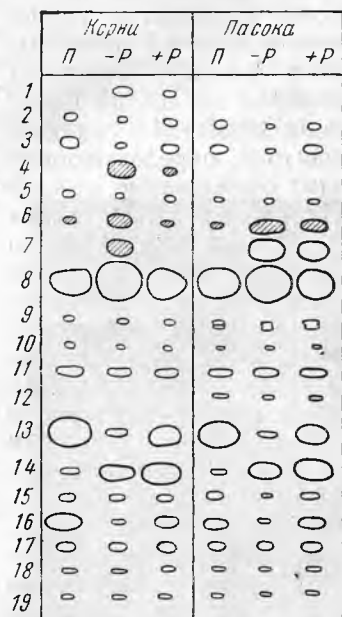


Рис. 50. Аминокислотный состав корней и пасоки растений тыквы:

П — растения на полной питательной смеси; (-P) — растения, голодавшие без фосфора; (+P) — растения, голодавшие без фосфора и получившие краткосрочную фосфорную подкормку:

1 — неидентифицированное вещество, 2 — цистин, 3 — лизин, 4 — неидентифицированное вещество, 5 — гистидин, 6 — аргинин, 7 — неидентифицированное вещество, 8 — глутамин, 9 — аспарагиновая кислота, 10 — гликокол, 11 — глутаминовая кислота, 12 — неизвестное вещество, 13 — аланин, 14 — аминокислоты, 15 — пролин, 16 —  $\gamma$ -аминомасляная кислота, 17 — валин, 18 — фенилаланин, 19 — лейцин, заштрихованы пятна, дающие реакцию на гуанидиновую группировку (по О. Н. Кулаевой и др., 1957).

гликолевой и частично лимонной кислоты. Уменьшается количество кетокислот: пировиноградной,  $\alpha$ -кетоглутаровой и глиоксальной. Это свидетельствует об усилении использования органических кислот в дыхательном цикле, способствующем росту корней и синтезу протеинов.

Как показали А. Л. Курсанов и Э. И. Выскребенцева (1960), поступающий в корни растений тыквы минеральный фосфор быстро вовлекается в метаболизм. Уже в первые 30—60 сек он на 30%, а через 3—5 мин на 70% входит в состав органических соединений (табл. 175).

Вовлечение поглощенного фосфора в процессы обмена начинается с его включения в состав нуклеотидов (АТФ и др.), после чего происходит перенос богатых энергией остатков фосфорной кислоты на другие органические соединения, прежде всего сахара. Накопление  $P^{32}$  происходит также в фосфопротеинах и нуклеиновых кислотах.

И. М. Дубинина (1961, 1965) установила, что не только минеральное питание, но и условия аэрации корнеобитаемого слоя оказывают существенное влияние на рост и метаболизм корней тыквы. Усиленная аэрация способствует росту корней, анаэробные условия тормозят их рост.

Такое изменение роста корней является следствием изменения у них обмена веществ, происшедшего под влиянием различных условий аэрации корнеобитаемой среды. При непрерывной аэрации в корнях сильно сокращается содержание яблочной, янтарной,



При сильной аэрации в корнях и пасоке тыквы снижается также содержание большинства свободных аминокислот и амидов, особенно аланина, глутаминовой кислоты, серина и пролина.

В. Н. Жолкевич и Т. Ф. Корецкая (1960) изучали особенности обмена веществ в корнях тыквы при почвенной засухе. Они отмечают, что при длительной и сильной почвенной засухе происходит серьезное нарушение метаболизма кор-

Таблица 175

Распределение  $P^{32}$  в различных группах соединений при поглощении корнями тыквы  $NaH_2P^{32}O_4$  (% от общей радиоактивности вошедшего фосфата)

Продолжительность поглощения фосфора, мин	Формы фосфора					
	кислоторастворимый			липидный	нуклеиновый	протеиновый
	неорганический	нуклеотидный	гексозофосфатный			
1	59,6	12,8	15,1	0,2	5,6	6,7
10	39,9	16,3	20,5	1,3	12,9	9,9
30	41,5	16,7	22,8	0,9	10,7	8,4
60	45,4	14,4	19,3	0,7	12,5	7,7
90	20,2	13,9	24,7	1,1	11,4	8,7
120	39,7	17,1	21,6	1,1	9,2	11,3

невой системы, проявляющееся в замедлении реакций гликолиза, цикла Кребса и аминирования. В корнях уменьшается содержание кислоторастворимых фосфорорганических соединений, нуклеиновых кислот (РНК и ДНК), многих органических кислот (особенно янтарной и фумаровой, а также яблочной, лимонной и кетокислот), аминокислот (особенно аланина и глутаминовой кислоты). Синтез белков при засухе подавлен. Все это приводит к задержке превращений сахаров, поступающих из листьев в корневую систему, к накоплению их в корнях и возвращению части их с пасокой в побеги.

Последние при засухе также насыщены сахарами и не нуждаются в их дополнительном поступлении. Таким образом, при засухе возникает патологический круговорот углеводов.

Приведенные выше данные указывают на большую роль корневой системы в основных процессах обмена веществ, происходящих в растении.

В последнее время в ряде работ (Горчаков, 1961; Синюхин, 1963, 1964) отмечается определенная роль корневой системы тыквенных и других культур в восприятии воздействия различных раздражителей, генерации и распространении в растении импульсов возбуждения. Этот вопрос поднят сравнительно недавно и находится в стадии изучения.

Велика роль корневой системы и в холодостойкости растений.

В заключение следует отметить, что физиологическая роль корневой системы бахчевых культур изучена еще крайне слабо. Между тем проведенные исследования указывают на исключительно большую роль корневой системы во многих процессах жизнедеятельности растений. Ни одного вопроса, касающегося обмена веществ растения, нельзя изучить, не изучив деятельность корневой системы.

### ОСОБЕННОСТИ ПРОХОЖДЕНИЯ ФАЗ ВЕГЕТАЦИИ У АРБУЗА, ДЫНИ И ТЫКВЫ

О скорости развития растений судят по времени наступления тех или иных фаз роста в процессе онтогенеза и по длительности прохождения этапов органогенеза (морфогенеза).

Наиболее полная работа по изучению особенностей прохождения периода вегетации у растений арбуза и дыни проведена М. К. Гольдгаузен (1952). В условиях Средней Азии и Молдавии был изучен мировой сортимент арбузов (около 300 сортов) и дынь (500 сортов), на основании чего дан анализ периода вегетации этих культур и воздействия на его продолжительность различных факторов внешней среды.

Аналогичные исследования проведены В. Ф. Беликом (1967) в Ростовской области с основными сортами арбуза, дыни и тыквы, выращиваемыми на юго-востоке нашей страны (всего 29 сортов).

В результате этих исследований оказалось, что амплитуда раннепозднеспелости мирового сортимента дыни значительно шире, чем арбуза, т. е. дыни имеются и более раннеспелые и более позднеспелые, чем арбузы. Так, разница в длине периода вегетации между самыми раннеспелыми и наиболее позднеспелыми сортами арбуза составила 52 дня, а у дыни она была равна 87 дням.

Между сортами юго-востока СССР различия в длине вегетационного периода не очень большие. Однако характер различий между сортами арбуза и дыни, отмеченный при изучении мирового сортимента, проявлялся и на юго-восточных сортах.

Амплитуда колебания в длине периода вегетации у юго-восточных сортов арбуза равна только 13 дням. У дыни имеются сорта и более раннеспелые, и созревающие позднее, чем у арбуза, вследствие чего амплитуда колебаний вегетационного периода у дыни большая (18 дней). У тыквы амплитуда колебаний длины периода вегетации еще больше, чем у дыни. Она равна 24 дням главным образом за счет наличия очень позднеспелых сортов (в основном виде *C. mosghata*).

Помимо различий в общей длине вегетационного периода сорта бахчевых культур различаются и по продолжительности отдельных фаз вегетации. Разница в длине периода вегетации у разных сортов обусловлена у одних различием в длительности одной какой-либо фазы, а у других — суммарной продолжительностью нескольких фаз. Это положение очень важно для селекционеров, которым нужно знать не только общую длину вегетационного периода, а и длительность составляющих его фаз. Можно скрестить два среднеспелых сорта, различающихся по длине различных фаз, и получить сорт, более скороспелый, чем оба родителя, или, скрестив два сорта — скороспелый и более поздний, но с хорошим качеством плодов, — получить скороспелый сорт с хорошим качеством плодов. Этим путем получены, например, дыни Тираспольская, Молдаванка, Новинка Дона и другие сорта.

Изучая онтогенез растений арбуза и дыни, М. К. Гольдгаузен (1952) не наблюдала различий между сортами в фазе *посев — всходы*. В связи с этим автор высказывает мнение о том, что длительность этой фазы (от 6 до 14 дней) зависит только от внешних условий. Однако это положение нельзя считать правильным. Конечно, длительность фазы *посев — всходы* в значительной степени зависит от условий внешней среды, но разные культуры и сорта реагируют на внешние факторы, особенно на пониженную температуру и влажность почвы, по-разному. Это положение было отмечено во многих исследованиях (Белик, 1956, 1957, 1966, 1967; Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964; Зауралов, 1965; Юрина, 1958, 1965, 1966), в которых было показано, что пониженная температура воздуха и почвы в сильной степени задерживает появление всходов и ростовые процессы у растений бахчевых культур.

В частности, было отмечено (Белик, 1967), что семена раннеспелых сортов арбуза и дыни обычно дают всходы несколько быстрее, т. е. имеют более короткую фазу *посев — всходы*, чем позднеспелые сорта (табл. 176).

При благоприятных условиях (особенно температурных) всходы всех сортов появляются одновременно. Различия между сортами, обусловленные разной холодостойкостью семян и растений, проявляются при пониженных температурах, когда наблюдается общая задержка в появлении всходов.

Следующая фаза вегетации — *всходы — цветение мужских цветков* не влияет на длину вегетационного периода, поскольку от нее не зависит прохождение наступающей обычно несколько позже фазы цветения женских цветков (Гольдгаузен, 1952). Поэтому при определении раннеспелости растений следует учитывать не эту фазу вегетации, а время цветения женских цветков.

## Продолжительность межфазных периодов у различных сортов бахчевых культур

Культуры и группы сортов	Межфазные периоды и их продолжительность в днях (минимальная—максимальная)			
	посев— всходы	всходы—це- тение женских цветков	цветение жен- ских цветков— завязывание плодов	завязывание— созревание плодов
<i>Арбузы</i>				
Ранние и среднеранние сорта . . . . .	10—17	44—52	2—7	17—38
Средние и среднепоздние сорта . . . . .	12—19	40—59	2—7	25—47
<i>Дыни</i>				
Ранние и среднеранние сорта . . . . .	11—17	32—45	2—8	29—41
Средние и среднепоздние сорта . . . . .	11—19	34—53	3—8	34—54
<i>Тыквы</i>				
Сорта вида <i>C. pepo</i> . . . . .	10—20	40—48	2—8	29—43
Сорта вида <i>C. maxima</i> . . . . .	11—15	36—46	3—10	38—66
Сорта вида <i>C. moschata</i> . . . . .	11—15	51—57	3—8	33—56

Как показали опыты В. Ф. Белика (1967), разница в длительности периода от появления всходов до цветения женских цветков у различных сортов дыни невелика (табл. 177).

Анализируя данные табл. 177, можно заключить, что сорта дыни, различающиеся по скороспелости, в большинстве случаев зацветают почти одновременно. Следовательно, отличия между различными по скороспелости сортами зависят не от этого периода. Вместе с тем необходимо отметить, что, как следует из данных, приведенных в табл. 176, условия выращивания растений оказывают очень большое влияние на длительность фазы *всходы—цветение женских цветков*. Колебания в продолжительности этой фазы, обусловленные влиянием факторов внешней среды, нередко превосходят сортовые различия по этому показателю.

Принято считать, что женские цветки ранних сортов дыни, как правило, расположены на боковых плетях первого порядка или на главном стебле, а у позднеспелых дынь — на плетях второго, иногда первого порядка. Однако расположение женских цветков на плетях разных порядков меняется, как будет показано ниже, в зависимости от места культи-

Продолжительность межфазных периодов (в днях) у различных сортов дыни (средние данные за 1952—1954 гг.)

Сорта	Фазы вегетации				Общая продолжительность периода вегетации	
	посев— всходы	всходы— цветение женских цветков	цветение женских цветков— завязыва- ние плодов	завязыва- ние—созре- вание плодов	от	от
					всходов	посева
Ранняя 807 . . . . .	13	35	6	33	74	87
Кустовая 11 . . . . .	14	39	4	34	77	91
Колхозница 749/753 . . . . .	14	38	7	37	82	96
Дочь колхозницы . . . . .	14	42	7	36	85	99
Быковская 735 . . . . .	14	43	5	41	89	103
Донокубанская . . . . .	14	42	6	44	92	106
Оригинальная 46 . . . . .	14	40	7	43	90	104
Бронзовка К-3 . . . . .	14	37	5	47	89	193

вирования растений и от метеорологических условий года. Кроме того, условия внешней среды влияют не только на порядок плетей, на которых расположены женские цветки, но и на порядок листовых пазух (или узлов), в которых они образуются, от чего также зависит скороспелость растений. Обычно у дыни первые женские цветки на главной плети образуются далеко от основания стебля, в пазухе 10—12-го листа, что происходит нередко позднее, чем образование цветков на плетях второго порядка, где цветки обычно образуются в пазухах первого листа. Поэтому раннеспелость дыни зависит, как правило, от цветков, расположенных не на главном стебле, а на боковых ветвях.

Иное положение наблюдается у арбузов, у которых фаза *всходы — женское цветение* имеет значительно большие колебания между сортами мировой коллекции, чем у дыни. Имеются ранние и поздние сорта с различием в сроке появления первых женских цветков, достигающем месяца, что связано с расположением женских цветков на главном побеге. У раннеспелых сортов арбуза первые женские цветки появляются обычно в пазухе 4—11-го листа, у среднеспелых — 15—18-го листа и у позднеспелых — в пазухе 20—25-го листа главного побега. Таким образом, скороспелость арбуза, в отличие от дыни, зависит от места заложения цветков на главном побеге.

Вместе с тем следует отметить, что основные сорта арбуза и дыни, выращиваемые на юго-востоке нашей страны, мало различаются по длине фазы *всходы — цветение* (табл. 178).

Изменения продолжительности этой фазы вегетации, происходящие под влиянием изменяющихся по годам клима-

## Продолжительность межфазных периодов (в днях) у различных сортов арбуза (средние данные за 1952—1954 гг.)

Сорта	Фазы вегетации				Общая продолжительность периода вегетации	
	посев— всходы	всходы— цветение женских цветков	цветение женских цветков— завязыва- ние плодов	завязыва- ние—созре- вание плодов	от	от
					всходов	посева
Стокса 647/649 . . . .	14	49	5	23	77	91
Любимец хутора Пятгорска 286 . . . . .	13	47	4	26	77	90
Дынный лист . . . . .	12	49	3	28	80	92
Донской 39 . . . . .	14	49	5	29	83	97
Ажиновский 5 . . . . .	13	48	5	30	83	96
Багаевский Мурашка 747/749 . . . . .	15	54	4	32	90	105
Быковский 48 . . . . .	13	50	3	32	85	98
Быковский 199 . . . . .	14	47	2	36	85	99
Бирючукский 775 . . . .	15	53	3	31	87	102
Мелитопольский 142 . . .	14	47	5	34	86	100
Быковский 22 . . . . .	14	46	3	37	86	100

тических условий, значительно большие, чем различия между сортами. В то время как у разных сортов арбуза средняя продолжительность этой фазы колебалась в пределах от 46 до 54 дней, т. е. амплитуда колебаний, связанная с сортовыми особенностями, была равна 8 дням, под влиянием различных метеорологических условий в годы проведения опыта амплитуда колебаний продолжительности этой фазы достигала 19 дней, что было особенно заметно у позднеспелых сортов (см. табл. 176).

Таким образом, длительность фазы *всходы — цветение* у растений арбуза и дыни в сильной степени зависит от внешних условий. В частности, как это было показано в ряде опытов, недостаток тепла и избыток влаги сильно удлиняют эту фазу вегетации (Гольдгаузен, 1952; Белик, Соломина, 1965). Однако различные сорта дыни и арбуза в неодинаковой степени чувствительны к этим факторам.

Между различными сортами тыквы видов *C. pepo* и *C. maxima* разница в продолжительности фазы *всходы — цветение женских цветков* незначительна (табл. 179). Поэтому на раннеспелость этих сортов тыквы длительность фазы *всходы — цветение* не оказывает существенного влияния. У сортов вида *C. moschata* эта фаза более длительна, чем у сортов других видов, что, безусловно, сказывается на их скороспелости (Белик, 1967).

По длительности прохождения фазы *цветение женских цветков — завязывание плодов* разные сорта арбуза, дыни и тыквы различаются незначительно (см. табл. 176—179). По этому существенной роли при определении раннеспелости сортов эта фаза вегетации не играет, тем более, что длительность ее обычно небольшая (в среднем около 3—5 дней). Однако в ряде случаев длительность этой фазы влияет на начало плодоношения, поскольку при неблагоприятных условиях выращивания первые завязи нередко опадают, а до образования второй завязи, дающей на растении плод, проходит много времени.

По длине следующей фазы вегетации от завязывания до созревания плода наиболее значительно различаются сорта мировой коллекции дыни (30—37 дней у скороспелых сортов и 70—80 дней у позднеспелых), что связано с различными темпами роста плодов и биохимических процессов, обуславливающих созревание мякоти. У ранних сортов дыни рост плода и его созревание проходят одновременно, а у поздних сортов сначала происходит рост плода, после чего начинается его созревание. Между сортами дынь юго-востока СССР наблюдались менее значительные различия по длительности периода роста и созревания плодов, чем у сортов мировой коллекции. Этим обусловлены не очень большие различия и в общей длине периода вегетации этих сортов дыни (см. табл. 177).

У сортов тыквы, наоборот, длительность фазы *завязывание, рост и созревание* плодов сильно различается у разных сортов (табл. 179), в связи с чем эта фаза вегетации у тыквы определяет скороспелость сортов.

У растений арбуза длительность фазы *завязывание плодов — созревание* как у ранних, так и у поздних сортов сильно не различается (см. табл. 178). В связи с этим скороспелость сортов арбуза определяется в основном сроками и дружностью появления первых женских цветков, а не продолжительностью роста и созревания плодов.

Выше отмечалось большое влияние метеорологических условий на прохождение отдельных фаз вегетации. Под влиянием изменения длительности отдельных фаз изменяется и продолжительность всего периода вегетации растений.

Насколько сильно влияют на рост и развитие растений бахчевых культур метеорологические условия года и зона выращивания видно, например, из сопоставления данных физиологических наблюдений, проведенных на одних и тех же сортах в Ростовской и Московской областях (Белик, Соломина, 1965).

Как видно из данных, приведенных в табл. 180, при выращивании в благоприятных южных условиях рост и разви-

Продолжительность межфазных периодов (дни) у различных видов  
и сортов тыквы (средние двулетние данные)

Сорта тыквы	Фазы вегетации				Общая длина периода вегетации	
	посев— всходы	всходы— цветение женских клеток цветков	цветение женских цветков— завязыва- ние плодов	завязыва- ние—созре- вание плодов	от	от
					всходов	посева
<i>Сорта С. pepo</i>						
Бирючукская 735 . . . . .	15	47	3	30	80	95
Миндальная 35 . . . . .	13	43	4	38	85	98
Бирючукская 27 . . . . .	13	44	7	31	82	95
Кустовая 39 . . . . .	12	43	5	41	89	101
<i>Сорта С. maxima</i>						
Медовая белая 611 . . . . .	13	43	8	52	103	116
Крупноплодная 1 . . . . .	11	43	8	38	89	100
Волго-Дон 18 . . . . .	13	43	6	47	96	109
Новочеркасская 82 . . . . .	13	41	7	49	97	110
Волжская серая 92 . . . . .	13	39	8	56	103	117
<i>Сорта С. moschata</i>						
Бирючукская 628 . . . . .	13	52	7	42	101	114
Витаминная . . . . .	13	55	4	45	104	117

тие растений различных сортов дыни идут значительно быстрее, чем в более северной зоне.

В свою очередь в северных районах при выращивании в парниковой культуре растения арбуза и дыни быстрее проходят все фазы вегетации и начинают плодоносить раньше, чем в открытом грунте.

Существенную роль играют особенности метеорологических условий в различные годы. Например, при выращивании бахчевых в Ростовской области в условиях холодной весны (1952 г.) с большим количеством дней, имевших температуру ниже 15°, развитие бахчевых растений протекало значительно медленнее, чем весной 1953 г., когда преобладали дни с температурой 15° и выше (Белик, 1957).

При этом сорта более холодостойкие (дыня Ранняя 807; тыква Миндальная 35; арбуз Любимец хутора Пятигорска 286), которые, как правило, являются и более скороспелыми, реагировали на неблагоприятные условия в меньшей степени, чем более теплолюбивые сорта, с длинным периодом вегетации (арбуз Мелитопольский 142; Дыня Быковская 735; тыква Бирючукская 628).



На длину периода вегетации растений бахчевых культур оказывают влияние и агротехника их выращивания, в частности, сроки посева и другие приемы (Белик, 1957; Зауралов, 1965; Кобытев, 1965).

В целом продолжительность периода вегетации растений бахчевых культур зависит от многих факторов: температуры, влажности почвы и воздуха, условий воздушного и минерального питания и др.

Таблица 180

**Влияние метеорологических условий на продолжительность фаз вегетации различных сортов дыни**

Сорт, место и условия выращивания	Год выращивания	Число дней от всходов до		
		цветения женских цветков	завязывания плодов	созревания первых плодов
<i>Колхозница 749/753</i>				
Новочеркасск, открытый грунт . .	1952	45	52	88
» » » . . .	1953	35	43	80
» » » . . .	1954	35	42	81
Московская область, парники . . .	1960	53	58	92
» » открытый грунт	1960	60	66	115, Плоды не дозрели
<i>Ранняя 807</i>				
Новочеркасск, открытый грунт . .	1952	40	46	78
» » » . . .	1953	33	40	76
» » » . . .	1954	32	38	67
Московская область, парники . . .	1960	47	51	86
» » открытый грунт	1960	59	64	115, Плоды не дозрели
<i>Новинка Дона</i>				
Новочеркасск, открытый грунт . .	1952	—	—	78
» » » . . .	1953	—	—	70
» » » . . .	1954	—	—	73
Московская область, парники . . .	1960	55	58	96
» » открытый грунт	1960	60	64	115
<i>Грунтовая Грибовская</i>				
Новочеркасск, открытый грунт . .	1953	—	—	68
Московская область, парники . . .	1960	54	49	86
» » открытый грунт	1960	52	61	99
» » » . . .	1961	47	63	86

## ЭТАПЫ ОРГАНОГЕНЕЗА

Органогенез у бахчевых растений изучен еще недостаточно.

Наиболее полные данные об этапах органогенеза у растений арбуза и дыни получены Л. П. Тарбаевой (1959а, 1959б, 1961). Она отмечает у этих культур 12 этапов органогенеза.

*I этап* начинается еще в период наклевывания семян и продолжается до появления всходов. Он характеризуется образованием выпуклого конуса нарастания с двумя зачаточными листьями. В период образования семядольных листьев у дыни и первого настоящего листа у арбуза проходит *II этап органогенеза*, характеризующийся дифференциацией конуса нарастания, образованием зачатков третьего, четвертого и пятого листьев, появлением цветочных бугорков и валиков. *III этап органогенеза* наступает на 10—14-й день после всходов у дыни и 18—22-й день у арбуза и характеризуется увеличением в размере и вытягиванием цветочных бугорков, а также дальнейшим формированием зачаточных листьев.

*IV этап органогенеза* начинается с появлением первого настоящего листа у дыни (15—18 дней после всходов) и двух листьев у арбузов (25—30 дней после всходов); он заканчивается началом формирования генеративных органов: это наиболее ответственный этап органогенеза. Время наступления и продолжительность *IV этапа органогенеза* в сильной степени зависит от температурного режима. По данным Л. П. Тарбаевой (1959, 1959а), высокая дневная (30—35°) и ночная (19,5—23°) температура способствует быстрому появлению всходов и росту растений дыни, но не стимулирует развитие (начало формирования мужских цветков наступало на 14-й день после посева, в фазе двух листьев). Более низкая температура (дневная 11—29°, ночная 8—12°) задерживает появление всходов и рост растений, но не тормозит их развитие (формирование мужских цветков также началось на 14-й день после посева, но растения к этому времени имели лишь один настоящий листок). Продолжительное влияние низких ночных температур в пределах 4—5° затягивает наступление у дыни *IV этапа органогенеза* до 26—30 дней.

*V этап органогенеза* у дыни наступает на 25—30-й день после появления всходов, когда у растения имеются 2—3 развернутых листа; у арбузов на 45—50-й день после всходов, при появлении 4—5 листьев.

На протяжении этого этапа на основном побеге растения происходит формирование пыльников у мужских цветков. Одновременно формируются боковые побеги первого порядка и на них закладываются 3—5 зачаточных листьев и мужских цветков в зачаточной форме.

На *VI этапе органогенеза* продолжается формирование мужских цветков. Пыльники приобретают петлеобразную изогнутую форму, тычиночные нити окрашиваются в желтый цвет, начинается формирование пыльцы. Заметны опушенные чашелистики и лепестки цветка.

Критический в температурном отношении период, по мнению Л. П. Тарбаевой, длится от всходов до появления трех настоящих листьев (до V—VI этапов органогенеза). В связи с этим создание оптимальных температурных условий во время прохождения растениями IV—VI этапов органогенеза играет очень важную роль в получении высоких и ранних урожаев.

*VII этап органогенеза* начинается, когда растение имеет 5—6 развернутых и 11—13 зачаточных листьев. У мужских цветков желтеют пыльники и начинается бутонизация. У дынь начинают закладываться зачатки женских цветков на боковых побегах, у арбузов — на основном побеге (рис. 51).

*VIII этап органогенеза* наступает на 40—50-й день после всходов у дыни и на 45—55-й день у арбузов, когда у растений имеется 7 развернутых и 14 зачаточных листьев. Он характеризуется началом цветения мужских цветков. У женских цветков в это время лишь формируется рыльце пестика, представленного 6—10 вытянутыми бугорками, обозначаются семечки, обособливается семенная камера. Более развитые цветки уже заметны невооруженным глазом.

На *IX этапе органогенеза* идет дальнейшее развитие женских цветков, которые образуют бутон. Цветок увеличивается в размере за счет разрастания завязи. Рыльце пестика вытягивается. Хорошо выражены столбик, семенная камера и семечки. Рыльце и лепестки цветка приобретают желтую окраску. Идет дальнейшее формирование мужских цветков на боковых побегах.

*X этап органогенеза* наступает на 50—60-й день после всходов у дыни и на 60—65-й день у арбузов. Он характеризуется массовым цветением мужских цветков и началом цветения женских цветков на основном побеге. Происходит интенсивный рост основного и боковых побегов, массовое образование женских цветков на боковых побегах первого порядка, формирование цветочных бугорков в пазухах 2—4-го листьев боковых побегов второго порядка.

*XI этап органогенеза* отличается наиболее усиленным ростом и развитием растений. Он начинается на 60—65-й день после всходов у дыни и на 75—80-й день у арбуза. На протяжении этого этапа происходит массовое цветение женских цветков, начинается рост завязей, продолжается усиленный рост основного и боковых побегов первого и второго порядков.

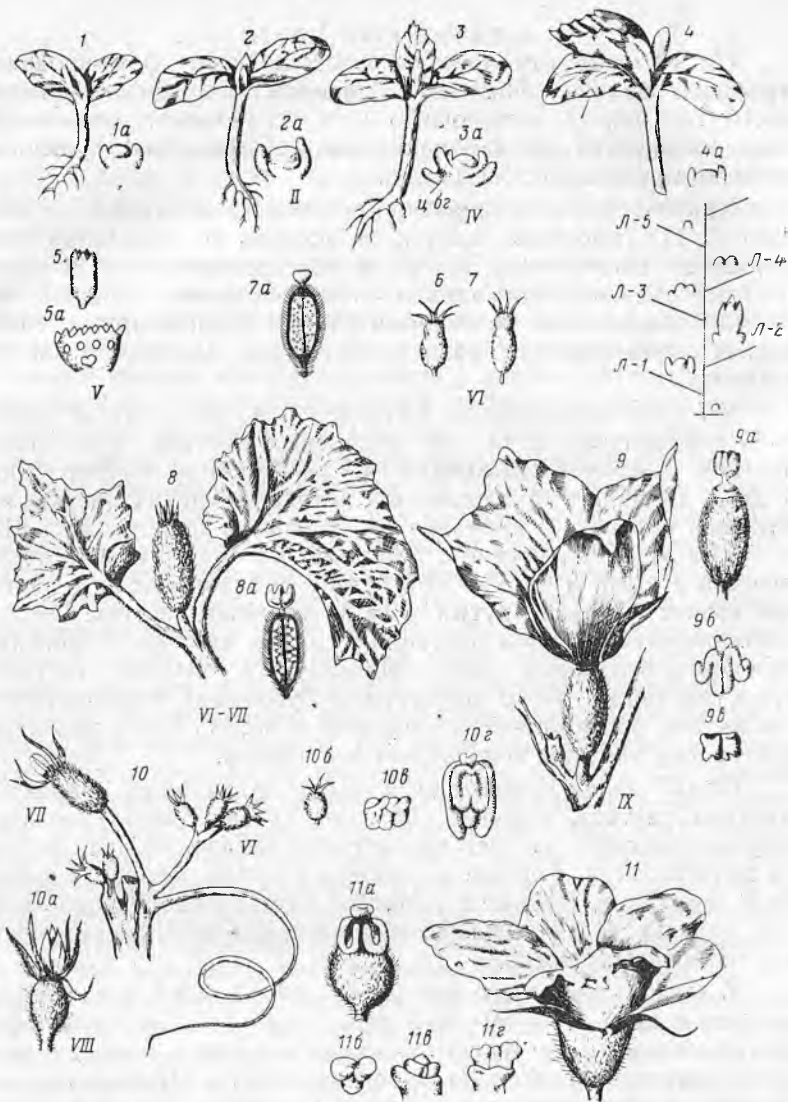


Рис. 51. Фазы роста и этапы органогенеза дыни:

1 — фаза семядолей, 1а — конус нарастания (I этап органогенеза); 2 — фаза появления первого настоящего листа, 2а — конус нарастания дифференцирован на листовые валики и укороченные междоузлия (II этап органогенеза); 3 — фаза появления первого настоящего листа, 3а — появление в пазухах листьев цветочных бугорков (IV этап органогенеза); 4 — фаза развертывания второго листа, 4а — схема расположения зачаточных цветков на растении; 5 — цветок в период появления бугорков зачаточных тычинок и плодоложников (V этап органогенеза); 5а — схема внутреннего строения цветка; 6 — внешний вид гермафродитного цветка; 7, 7а — женские цветки; 8 — пестичный цветок при мегаспорогенезе (VI и VII этапы органогенеза), 8а — продольный срез пестичного цветка; 9 — раскрытие пестичного цветка (IX этап), 9а — вытягивание столбика рыльца, 9б — разная степень редукции тычинок; 10 — группа тычиночных цветков, в которой у наиболее развитого цветка начался интенсивный рост покровных органов, 10а — фаза желтого венчика тычиночного цветка (VIII этап органогенеза), 10б — тычиночный бутон (V—VI этапы), 10г — строение тычинки, характерное для всех цветков, 10г — строение тычинки перед микроспорогенезом; 11 — цветущий тычиночный цветок, 11а — тычинки с фертильной пылью, 11б, 11в, 11г — разные уровни недоразвития гинецея (по И. Н. Львовой, С. Г. Бахановой, 1962).

*XII этап органогенеза* наступает у дынь на 75—88-й день после всходов, у арбузов на 100—110-й день. Он характеризуется началом созревания плодов на первом и втором боковых побегах первого порядка и ростом плодов на последующих побегах первого и второго порядков. Продолжается рост плетей и цветение мужских и женских цветков.

Такова общая схема этапов органогенеза у арбузов и дынь (рис. 51). Аналогичные данные приводят также в своих работах И. Н. Львова и С. Г. Баханова (1962) и И. Н. Львова (1961, 1965).

Характеристику особенностей морфогенеза у растений кабачков приводят в своей работе И. Н. Львова, А. И. Семенко, И. С. Сакович (1962). Они сообщают, что у высеянных кабачков ко времени выхода семядолей на поверхность земли растения достигают II этапа органогенеза: у них при этом может быть 4—6 зачаточных листьев. После появления всходов и разворачивания семядолей в пазухах зачаточных листьев закладываются участки меристематических тканей (III этап). Меристематические ткани дают начало цветочным бугоркам (IV этап), образование которых в зависимости от метеорологических условий и сортовых особенностей совпадает или с раскрытием семядолей или с появлением первого настоящего листа. При разворачивании первого настоящего листа происходит увеличение размеров зачаточного цветка, закладка и дифференциация его органов (начало V этапа органогенеза). Первые этапы формирования цветков проходят однотипно, в этот период всем зачаточным цветкам свойственны черты гермафродитизма. Только в середине V этапа органогенеза определяется тип цветка. V этап продолжается в течение 9—13 суток в период разворачивания второго и появления третьего настоящего листа. Для этого этапа характерно формирование генеративных органов цветка, дифференциация мужских и женских цветков (последние образуются лишь с того времени, когда разворачивается третий, очень редко второй настоящий лист). Наряду с этим при появлении пятого, шестого и последующих листьев в их пазухах образуются конусы нарастания боковых ветвей.

При появлении 4—5-го листа происходит деление материнских клеток пыльцы у мужских цветков (VI этап), затем начинается интенсивный рост тычиночных нитей и покровных органов цветка (VII этап). На VIII этапе органогенеза происходит дальнейший рост цветка и окраска венчика в желто-оранжевый цвет. На 50—60-й день после всходов начинается цветение (IX этап). Оплодотворенные завязи быстро растут (X—XI этапы) и через 7—10 дней бывают готовы к съему. Биологическая спелость, характеризующаяся созреванием семян (XII этап), наступает у кабачков через 120—140 дней после появления всходов.

Аналогичным образом протекают этапы органогенеза у патиссонов (Львова, Чуванова, 1962).

## БИОЛОГИЯ ЦВЕТЕНИЯ И ОПЛОДОТВОРЕНИЯ

Растения арбузов, дынь и тыкв однодомные. Однако по типу цветков, характеру их размещения на растениях и способах их опыления и оплодотворения бахчевые культуры имеют некоторые различия.

Арбузы различных видов и сортов характеризуются большим разнообразием цветков. Они имеют мужские, женские и гермафродитные цветки. У большинства районированных сортов столовых арбузов женские цветки гермафродитные, с различным количеством пыльников, чаще всего с тремя, но имеются цветки с двумя и даже одним пыльником.

У дынь наблюдается еще большее разнообразие в строении цветков. Большинство форм и сортов дынь имеют двуполые женские цветки, однако есть ряд сортов, имеющих цветки строго раздельнополые. Встречаются сорта и с мужским гермафродитизмом.

У тыкв цветки, как правило, раздельнополые. Очень редко встречаются и обоеполые женские цветки (Лященко, 1934, 1938; Кравченко, 1938). Иногда у вида *C. moschata* удается наблюдать наличие гермафродитных цветков мужского типа с недоразвитой полунижней завязью (Белик, 1957). Обычно гермафродитные цветки у тыкв либо не образуют плодов и после цветения опадают, либо образуют бессемянные плоды.

Как уже отмечалось, образование зачатков мужских цветков у бахчевых растений происходит на IV этапе, а цветение — на VIII этапе органогенеза. Образование женских цветков наблюдается на VII этапе, цветение на X этапе органогенеза (Тарбаева, 1959б).

Изучая биологические особенности цветения дынь (сорт Алтайская) и арбузов (сорт Стокс) в условиях Западной Сибири, Л. П. Тарбаева (1959, 1958а, 1959б) установила, что мужские цветки у растений этих культур проходят следующие фазы: зачаточную (IV этап органогенеза); начало формирования пыльников (V этап); формирование пыльцы (VI этап); фазу бутона (VII этап); цветение (VIII этап). Продолжительность развития мужских цветков у дыни равняется 25—27 дням, у арбузов — 30 дням. У женских цветков отмечены следующие фазы роста и развития: зачаточная, когда рыльце пестика представлено в виде бугорка (VII этап органогенеза); формирование пыльцы пестика (VIII этап); формирование семенной камеры (IX этап); цветение (X этап); оплодотворение и разрастание завязи (XI этап).

Скорость роста бутонов зависит от метеорологических ус-

ловий, от вида растений и сортов, а также от места расположения бутонов на растении. Так, в опытах М. Е. Софронова (1930) у кабачков период развития мужского бутона (от появления до раскрытия) на верхних ярусах (3—5) продолжался 19—20 суток, женского бутона 10—11 суток; на нижнем ярусе мужские бутоны развивались в течение 24—25 суток, а женские 12—13 суток. По наблюдениям Ф. А. Ткаченко (1954), проведенным в Харьковской области, мужские и женские цветки арбузов в благоприятные годы растут в течение 6—8 дней. При избыточной влажности и пониженной температуре почвы и воздуха длительность формирования цветков и время их цветения значительно задерживается.

В начале своего развития цветки бахчевых развиваются однотипно независимо от пола, а сексуализация пола проявляется на более поздних этапах развития цветка (Пангало, 1936; Львова, 1961).

Бахчевые являются перекрестноопыляемыми растениями. Опыление у них происходит, как правило, ксеногамным и гейтеногамным путем<sup>1</sup> (Rosa, 1924; Филов, 1935; Лященко, 1938; Галка, 1941; Потульницкий, Гресь, 1958; и др.).

У бахчевых культур отмечено также наличие автогамного опыления (Филов, 1935).

Пыльцевые зерна у бахчевых культур крупные, тяжелые, липкие и переноситься ветром не могут. Наиболее крупная пыльца у тыквы ( $d=116-120$  мк), особенно у вида *S. maxima*, у дыни и арбуза она значительно мельче ( $d=45-70$  мк) (Белик, неопубликованные данные).

У бахчевых растений вначале обычно распускаются мужские цветки, а затем женские. У тыквы вида *S. perо* иногда в начале цветут женские цветки (Лященко, 1939). Это же явление наблюдается и у тыкв вида *S. maxima*, а особенно у межвидовых гибридов (Белик, 1965).

При благоприятных условиях раскрытие цветков бахчевых культур обычно происходит в 5—6 час утра; закрываются они примерно в середине дня. К концу дня у мужских цветков венчик начинает морщиться и завядает, у женских он может сохраняться в течение более продолжительного времени.

Существенное влияние на процессы цветения оказывают условия произрастания, особенно температура и влажность воздуха: пониженная температура и высокая относительная

---

<sup>1</sup> Ксеногамия — оплодотворение пыльцой другого растения. Гейтеногамия — оплодотворение в пределах одного растения путем переноса пыльцы от одного цветка на пестик другого цветка этого же растения. Автогамное оплодотворение — самооплодотворение, происходящее при опылении рыльца пыльцой своего же цветка. Инцухт — принудительное самоопыление и самооплодотворение перекрестно-опыляющихся культур.

влажность воздуха задерживают раскрытие цветков и удлиняют период их цветения. Наоборот, при высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха цветение начинается раньше и происходит быстрее. В условиях Сибири при температуре около 25—30° и относительной влажности воздуха 55—77% цветение мужских и женских цветков продолжалось 24—25 час, а при температуре 15—20° и влажности воздуха 71—82% период цветения растягивался до 48—50 час (Тарабаева, 1959б). Под Москвой цветение отдельных цветков арбузов и дынь, особенно в прохладные, пасмурные дни, начинается с 11—14 час дня и продолжается в течение двух суток. В условиях юга (Ростовская область, Нижнее Поволжье) цветение начинается рано утром и заканчивается в тот же день (Белик, 1957).

Для успешного оплодотворения завязей необходима повышенная относительная влажность воздуха и температура. При этом различные роды и даже виды сем. Cucurbitaceae по-разному устойчивы к пониженной относительной влажности воздуха. Более устойчивы арбуз и дыня. Менее устойчива тыква, особенно вид *C. pepo*. Так, под Новочеркасском в засушливый 1954 год, когда в период цветения бахчевых культур относительная влажность воздуха снижалась до 20—30%, а температура поднималась до 35—37°, оплодотворение у арбузов и дынь происходило, хотя и слабо. В этих же условиях у тыкв плоды не образовались, хотя растения не погибли (Белик, 1965).

Наряду с этим отрицательно сказывается на оплодотворении и высокая влажность почвы, особенно если она сопровождается низкими температурами воздуха. Как низкие, так и чрезмерно высокие температуры в период цветения препятствуют нормальному оплодотворению бахчевых культур. Наиболее благоприятной для нормального прохождения цветения и оплодотворения является умеренная температура порядка 18—20° С утром и 20—25° С днем.

Вайтекер и Приор (Whitaker, Pryor, 1946) показали, что на результаты оплодотворения при искусственном скрещивании дыни могут оказать влияние ростовые вещества. Так, обработка цветков во время опыления 4-хлорфеноксиуксусной кислотой увеличивала образование плодов на 22%. Ростовое вещество наносилось в виде ланолиновой пасты из расчета в среднем 7 мг на цветок.

Нормальное оплодотворение женских цветков зависит также от степени зрелости пыльцы и рыльца к моменту открытия цветка.

На созревание и жизнеспособность пыльцы большое влияние оказывают условия внешней среды. Сетон и Кремер (Seaton, Kremer, 1939) считают, что наиболее важным фактором при созревании пыльцы, растрескивании пыльников и цветении



является температура. Другие факторы, по их мнению, имеют меньшее значение. По требованию к температурным условиям для растрескивания пыльников и цветения авторы разделяют бахчевые культуры на три группы: 1) тыквы всех видов (минимальная температура для созревания пыльцы 8—10°, оптимум 10—13°С; 2) арбузы и огурцы (цветение происходит при температуре 14—16°, растрескивание пыльников начинается при температуре около 17° с оптимумом 18—21°; если накануне температуры были низкие — ниже 16°, то для раскрытия и созревания цветков нужны более высокие температуры); 3) дыни (минимальная температура для цветения 18—20°, оптимум у канталуп 20—21°, кассаба 21—24°).

Изменяя условия выращивания, можно изменить соотношение количества мужских и женских цветков. Так, Найч (Nitsh и др., 1952) в опытах с тыквами вида *C. pepo* установил, что короткий восьмичасовой день и относительно низкая температура (15—20°) благоприятны для образования женских цветков, а высокая температура (30°) и длинный 16-часовой день способствуют образованию мужских цветков.

Е. Г. Минина (1952) сообщает, что путем изменения питания можно изменять направление биохимических процессов в растениях таким образом, что это приведет к изменению соотношения пола. В ее опытах с огурцами и дыней дробное внесение азота ( $\frac{1}{3}$  дозы перед посевом,  $\frac{1}{3}$  — в фазу бутонизации и  $\frac{1}{3}$  в период цветения) способствовало накоплению в растении сахаров, что приводило к увеличению количества женских цветков и уменьшению мужских. Урожай растений при этом повышался. Умеренное азотное питание в первый период жизни ускоряло прохождение отдельных фаз вегетации, ускоряло развитие, уменьшало количество мужских цветков и увеличивало количество женских. Наоборот, умеренное калийное питание замедляло темпы развития, уменьшало количество мужских цветков и снижало количество женских.

Сильное влияние на проявление пола у бахчевых растений оказывал уровень влажности почвы и воздуха. Повышенная влажность почвы и воздуха в период образования зачатков цветочных бугорков повышала общее количество цветков на растении, особенно за счет увеличения количества женских цветков, в результате чего снижалось соотношение мужских и женских цветков.

Изменения пола у бахчевых культур можно достигнуть, воздействуя на растения окисью углерода. Так, в опытах Е. Г. Мининой даже при кратковременном воздействии (47—48 час) на верхушечную почку тыквенных растений 1—2%-ной окисью углерода уже через три-четыре недели было заметно изменение пола: в нижней части растений, где ко времени воздействия окисью углерода детерминация пола

уже закончилась, появились одиночные мужские цветки. В то же время на верхних частях побегов в результате воздействия СО образовались преимущественно женские цветки (табл. 181).

На проявление пола, так же как на рост и развитие, оказывает влияние удаление с растений цветков, завязей и плодов.

Таблица 181

Изменение соотношения полов у растений тыквы под влиянием СО

Вариант	Число цветков		М:Ж
	мужских (м)	женских (ж)	
Контроль . . . . .	11,5±0,8	4,0±0,4	2,8
Опыт . . . . .	3,0±1,0	6,6±1,2	0,4

Так, И. Ф. Лященко (1938а) приводит данные о том, что удаление цветков у всех видов тыквенных способствует энергичному вегетативному росту растений. Кратковременное (10-дневное) удаление мужских и женских цветков усиливает образование новых цветков. Многократные сборы

плодов у кабачков в виде зеленца увеличивают общее количество образующихся цветков, смещают их соотношение в сторону увеличения процента женских цветков. В опытах В. П. Краснокутского (1952) у растений кабачков при многократном сборе плодов в среднем на одно растение было 64 мужских цветка и 14 женских, т. е. соотношение М:Ж было равно 4,6, в то время как у растений с семенными плодами образовалось в среднем 45 мужских цветков и 7,1 женских, а соотношение М:Ж было равно 6,3.

Как правило, количество женских цветков на растениях бахчевых культур не лимитирует урожай; их всегда больше, чем число плодов, которые могут вырасти на растении. Однако, как следует из приведенных примеров, в ряде случаев изменение характера проявления пола может иметь и практическое значение. Поэтому изучение влияния условий произрастания на проявление пола имеет большое значение.

### РОСТ, СОЗРЕВАНИЕ И ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ПЛОДОВ

После оплодотворения завязь тыквенных начинает быстро разрастаться. Особенно быстрый рост плодов наблюдается в первый период их развития. При этом основные приросты в весе плодов отмечаются в ночное время, когда идет отток пластических веществ из листьев. Это явление наблюдал в своих опытах с кормовым, столовым арбузом и тыквой П. А. Скрипка (1953). Он также установил, что при созревании плодов, а иногда и во время усиленного их роста, в условиях особенно высоких температур и низкой относительной влажности воздуха плоды бахчевых культур могут даже

снижать свой вес в дневные часы. Снижение веса в этом случае происходит в результате несоответствия между подачей воды корневой системой и ее расходом в процессе транспирации. Дефицит воды в листьях при этом частично пополняется за счет оттока воды из плодов. При выпадении осадков или применении поливов снижение веса плодов в дневные часы устраняется.

В опытах Г. Л. Эситашвили (1956) плоды столового арбуза до начала созревания прибавляли в весе в течение дня в среднем от 10 до 90 г, а ночью — от 42 до 430 г. Впоследствии, в процессе созревания плодов, энергия их роста снижалась, а к моменту достижения потребительной зрелости увеличение веса плодов прекратилось совсем. Средний суточный прирост плода арбуза с 14/VII по 26/VII (т. е. до начала созревания) составил 427,5 г, а в период созревания — лишь около 111 г. После полного созревания наблюдалось снижение веса плодов.

Изучая анатомические особенности роста плодов у тыквы вида *C. pepo*, Синнот (Sinnot, 1939, 1945) установил, что на самых ранних фазах вегетации размер всех частей завязей увеличивается быстрее, чем диаметр их клеток. Это говорит о том, что при росте завязей в этот период увеличение их размера происходит за счет увеличения количества клеток.

Впоследствии, когда завязи достигают определенной величины, средний размер клеток начинает увеличиваться в той же мере, как и размер завязей, что говорит о наличии в этот период не только деления клеток, но и процесса их растяжения. Этот процесс продолжается до созревания плодов.

От завязывания до созревания плодов у различных по скороспелости сортов арбузов проходит около 30—45 дней, у дынь — 20—70 дней, у тыквы — 46—68 дней. У арбузов на каждом растении обычно созревает 2—3 нормально развитых плода, у ранних дынь — 3—5, у поздних — 1—2 плода, у тыквы — 1—2 плода. При высокой агротехнике выращивания и благоприятных метеорологических условиях количество плодов на растении бывает и больше.

В процессе роста, а затем и созревания плодов, происходит не только увеличение их размера и веса, но изменяется и химический состав. При созревании плодов столового арбуза происходит увеличение содержания сахаров и изменяется их соотношение. Из листьев в плод поступает глюкоза, которой в молодых плодах больше, чем других сахаров. Впоследствии из глюкозы образуется фруктоза. Соотношение этих двух сахаров постепенно изменяется в сторону увеличения количества фруктозы и уменьшения глюкозы; в это же время в плодах появляется сахароза. При созревании плодов количество глюкозы и фруктозы уменьшается, но возрастает со-

держание образующейся из них сахарозы. Общее количество сахаров при этом возрастает. У кормовых арбузов, наоборот, содержание сахаров при созревании плодов снижается, но возрастает количество полисахаридов (Лутохин, 1927; Иванов, Александрова, 1928; Кудрявцева, 1930; Арасимович, 1935, 1938, 1939, 1966; Иванов, 1941; Корейша, 1952; Титова, 1953).

По данным биохимической лаборатории Бирючукотской опытной станции (Белик, Подмогаева, Сазанова, 1965), содержание общего сахара в плодах различных сортов столового арбуза в Ростовской области колеблется в пределах от 5,38 до 11,37%, у дыни от 7,04 до 14,47%, у тыквы от 0,4 до 11,18%.

Установлено, что высокая сладость плодов столового арбуза обусловлена большим количеством моносахаров, главным образом фруктозы (глюкозы в плодах арбуза мало); сахарозы содержится значительно меньше (Лутохин, 1927; Иванов, Александрова, 1928; Кудрявцева, 1930; Арасимович, 1939; Иванов, 1941).

Имеются сообщения о том, что плоды поздних сортов арбуза более сахаристы, чем ранних (Кудрявцева, 1930). Однако это не всегда бывает так. В опытах по изучению влияния условий выращивания на химический состав плодов различных сортов арбуза, дыни и тыквы, проведенных в условиях Ростовской области (Белик, Подмогаева, Сазанова, 1965), установлено, что ранние сорта арбуза Донской 39, Любимец хутора Пятигорска 286 нередко содержат больше общего сахара, чем средне- и позднеспелые сорта, такие, как Бирючукотский 775, Багаевский мурашка 747/749, Мелитопольский 142 и др. (табл. 182).

Между тем, как следует из данных табл. 182, сладость плодов средне- и позднеспелых сортов арбуза (например, Ажиновского 5 и Мелитопольского 142) в ряде случаев была выше, чем у раннеспелых сортов, что было обусловлено относительно высоким содержанием фруктозы и низким содержанием сахарозы: соотношение  $\frac{\text{моносахара}}{\text{сахароза}}$  у них, как правило, было выше, чем у скороспелых сортов.

Следует отметить, что созданные в последние годы на Бирючукотской станции новые средне- и скороспелые сорта арбуза (например, Десертный 83) более сахаристы, чем позднеспелые. Плоды скороспелого сорта Победитель 395 Быковской бахчевой опытной станции также имеют более сладкую мякоть, чем плоды средне- и позднеспелых сортов этой же станции.

Плоды дыни, как правило, более богаты сахарами, чем плоды арбуза. Это заметно даже на примере европейских

## Содержание сахаров и витаминов в плодах различных сортов бахчевых культур\*

Сорта	Сухое вещество, %**	Общий сахар, %	Моносахара, %	Сахароза, %	Моносахара: сахароза	Витамин С, мг %	Каротин, мг %
<i>Арбузы</i>							
Любимец хутора Пятигорска 286 . . . . .	11,0	9,48	5,62	3,66	1,5	11,68	—
Дынный лист . . . . .	9,9	8,77	5,13	3,45	1,5	11,47	—
Донской 39 . . . . .	11,3	10,38	6,01	4,15	1,4	12,72	—
Ажиновский 5 . . . . .	10,1	8,67	6,56	1,99	3,3	7,53	—
Багаевский мурашка 747/749 . . . . .	9,5	7,74	5,44	2,18	2,5	7,51	—
Бирючукский 775 . . . . .	9,0	7,88	5,03	2,71	1,9	8,48	—
Мелитопольский 142 . . . . .	10,3	8,85	7,21	1,56	4,6	5,27	—
<i>Дыни</i>							
Ранняя 807 . . . . .	11,9	7,96	2,77	4,96	0,6	48,06	—
Кустовая 11 . . . . .	10,3	8,24	2,62	5,37	0,5	32,36	—
Колхозница 749/753 . . . . .	13,6	11,37	3,49	7,15	0,5	43,14	—
Дочь колхозницы . . . . .	11,9	9,87	2,83	6,67	0,4	38,63	—
Доно-Кубанская 150 . . . . .	13,5	10,94	3,66	6,91	0,5	43,39	—
Оригинальная 46 . . . . .	13,9	11,19	2,61	8,16	0,3	48,29	—
Бронзовка К-3 . . . . .	15,1	11,16	1,77	8,92	0,2	34,28	—
<i>Тыквы</i>							
Кустовая 39 . . . . .	8,8	5,88	2,65	3,09	0,9	9,16	4,16
Мозолеевская 49 . . . . .	9,6	6,51	2,48	3,83	0,6	8,47	2,08
Бирючукская 27 . . . . .	9,9	5,92	1,98	3,74	0,5	10,10	9,65
Миндальная 35 . . . . .	10,7	7,42	2,68	4,49	0,6	11,67	2,08
Медовая белая 611 . . . . .	10,9	7,47	4,14	3,17	1,3	20,32	6,24
Волжская серая 92 . . . . .	11,1	7,06	3,30	3,56	0,9	16,02	7,28
Новочеркасская 82 . . . . .	12,9	8,50	3,50	4,75	0,7	20,37	6,24
Витаминная . . . . .	10,2	6,37	2,44	3,69	0,7	10,62	27,84
Столовая зимняя А-5 . . . . .	15,4	8,20	3,62	4,36	0,8	20,19	4,16

\* По арбузам и дыням приведены средние данные за 1952—1954 гг., по тыкве, а также по сортам дыни Оригинальная 46 и Бронзовка К-3—данные за 1952 и 1953 г.

\*\* Сухое вещество арбуза и дыни определяли рефрактометрическим путем, тыквы—методом высушивания.

сортов (см. табл. 182), которые по сахаристости обычно уступают среднеазиатским сортам. Содержание сахаров в плодах европейских сортов дыни достигало 13%, в то время как у среднеазиатских сортов дыни — 18%.

Преобладающим сахаром в плодах дыни является сахароза. Моносахаров значительно меньше при примерно одинаковом количестве фруктозы и глюкозы. Среднезрелые и позд-

ние сорта дыни отличаются значительно более высоким содержанием сахаров, чем ранние сорта.

Примерно такое же соотношение различных видов сахаров и в плодах тыквы (см. табл. 182).

Содержание сахаров и их соотношение в плодах бахчевых культур не является постоянной величиной, оно изменяется в зависимости от условий выращивания. Особенно большое влияние оказывают температурные условия и влажность почвы. Например, на Бирючукской станции (Ростовская область) 1952 и 1953 годы резко различались по метеорологическим условиям. 1952 год был неблагоприятным для выращивания бахчевых культур в связи с низкими температурами в течение вегетации и избыточным увлажнением почвы. 1953 год по метеорологическим условиям был благоприятным для нормального роста и развития бахчевых культур — температура была выше средней многолетней, а количество осадков — в пределах нормы. Низкая температура и высокая влажность почвы и воздуха в 1952 году обусловили резкое снижение содержания сахаров в плодах почти всех сортов арбуза, дыни и тыквы (табл. 183).

Как видно из данных, приведенных в табл. 183, в 1953 г., превышение содержания сахаров в плодах в сравнении с 1952 г. достигало у некоторых сортов арбуза 30%, у дыни — 34%, у тыквы — 80%. Как видно, наибольшее снижение сахаров под влиянием неблагоприятных условий 1952 г. наблюдалось у позднеспелых сортов, что, по-видимому, обусловлено недостаточным физиологическим вызреванием их плодов в этих условиях. Соотношение  $\frac{\text{моносахара}}{\text{сахароза}}$  у большинства сортов в 1952 г. было выше, чем в 1953 г., что особенно заметно по позднеспелым сортам. Это также говорит о неполном физиологическом вызревании их плодов, поскольку на последнем этапе созревания у них должен происходить усиленный синтез сахарозы, что приводит к снижению соотношения  $\frac{\text{моносахара}}{\text{сахароза}}$ .

Плоды бахчевых культур, выращенные в северных широтах, содержат меньше сахаров, чем при выращивании в южных условиях.

Сахаристость плодов зависит также от видовых особенностей и происхождения культур. Сорта столового арбуза имеют в плодах значительно больше сахаров, чем кормовой арбуз и колоцинт, в плодах которых содержание сахара равно всего лишь 1—2%. Кормовой арбуз по этому показателю значительно уступает тыкве, в плодах которой содержание сахаров намного выше; поэтому кормовая ценность этой культуры больше. Дикие виды дыни также имеют понижен-

## Содержание сахаров и аскорбиновой кислоты в плодах различных сортов бахчевых культур в разные годы

Сорта	Общего сахара, %			Аскорбиновой кислоты, мг%			Моносахара: сахароза	
	1952 г.	1953 г.	1953 г. в % к 1952 г.	1952 г.	1953 г.	1953 г. в % к 1952 г.	1952 г.	1953 г.
<i>Арбузы</i>								
Любимец хутора								
Пятигорска 286 . . . . .	9,68	9,79	101,1	12,8	14,1	110,2	1,4	1,2
Дынный лист . . . . .	8,19	9,25	114,2	13,6	12,7	93,6	1,8	1,4
Донской 39 . . . . .	8,45	10,96	129,7	17,5	13,3	76,0	2,4	1,3
Ажиновский 5 . . . . .	8,25	8,56	103,8	6,2	6,1	98,2	3,9	3,0
Багаевский мурашка 747/749 . . . . .	7,25	8,56	118,1	9,1	6,7	74,0	3,8	1,9
Бирючукский 775 . . . . .	6,70	8,53	127,3	7,0	10,6	151,1	3,7	1,8
<i>Дыни</i>								
Ранняя 807 . . . . .	7,62	7,58	99,5	50,0	46,1	92,2	0,6	0,5
Кустовая 11 . . . . .	8,21	10,10	123,0	36,7	39,7	108,1	0,4	0,4
Колхозница 749/753 . . . . .	11,60	11,89	102,5	39,6	55,6	140,3	0,4	0,5
Дочь колхозницы . . . . .	8,45	11,35	134,3	43,6	42,8	98,1	0,3	0,5
Доно-Кубанская 150 . . . . .	10,22	11,52	112,7	52,9	40,7	77,5	0,6	0,4
<i>Тыквы</i>								
Кустовая 39 . . . . .	5,73	6,03	105,2	11,7	6,7	57,1	0,8	0,8
Мозолеевская 49 . . . . .	5,56	7,47	134,6	11,7	6,6	56,4	0,7	0,6
Миндальная 35 . . . . .	6,98	7,85	112,5	18,2	4,4	23,1	0,5	0,7
Медовая белая 611 . . . . .	4,18	4,09	97,9	22,3	18,3	81,2	1,7	1,1
Волжская серая 92 . . . . .	6,61	7,48	114,1	17,5	10,1	57,5	1,2	0,8
Витаминная . . . . .	5,79	6,95	120,0	9,8	11,4	117,0	0,6	0,7
Столовая зимняя А-5 . . . . .	5,86	10,53	179,7	24,9	15,5	61,7	1,0	0,7

ную сахаристость в сравнении с культурными сортами вида *Cucumis melo* (Кудрявцева, 1930).

Помимо сахаров плоды арбуза содержат до 1,4% клетчатки и гемицеллюлоз, около 1% пектинов (у диких видов — до 13—14%); плоды дыни 2,5—6,7% клетчатки и гемицеллюлоз и 1—3,5% пектинов; плоды тыквы 1—1,2% клетчатки, 0,2—0,7% пектиновых веществ и очень много (2—7% и больше) крахмала (Иванов, 1941; Корейша, 1952; Арасимович, Раик, 1958; Филон, 1959; Кахана, 1966).

Высокая питательная и диетическая ценность плодов бахчевых культур обусловлена наличием в них не только сахаров, но и витаминов, особенно аскорбиновой кислоты (витамина С), а у тыквы и некоторых сортов дыни и каротина.

Наиболее богаты витамином С плоды дыни. У некоторых

сортов дыни (Колхозница 749/753, Оригинальная 46, Быковская 735) содержание витамина С в плодах в ряде случаев достигает 60 мг% (Белик, Подмогаева, Сазанова, 1965). Среднее содержание витамина С в плодах дыни в условиях Ростовской области находится на уровне 40 мг% (см. табл. 182 и 183).

Плоды арбуза и тыквы содержат меньшее количество витамина С, чем плоды дыни: у арбуза его в среднем около 10 мг%, у тыквы около 15 мг%. В Ростовской области наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты имеют раннеспелые сорта арбуза (Любимец хутора Пятигорска 286, Донской 39, Дынный лист), у которых в отдельные годы этот показатель достигает уровня 20 мг%. У тыквы, наоборот, наиболее витаминными являются более позднеспелые сорта, такие, как Волжская серая 92, Витаминная и особенно Новочеркасская 92 и Столовая зимняя А-5, у которых содержание витамина С достигает иногда 30 мг%.

Плоды тыквы имеют также высокое содержание каротина, в среднем около 5 мг% (от 2 до 10 мг%). В последнее время выделены из мировой коллекции и созданы новые высококаротинные сорта тыквы, в плодах которых содержание каротина достигает 20 и даже 40 мг% (Милованова, Филова, 1954). Из культурных форм тыквы наибольшее количество каротина имеют сорта вида *C. moschata* (Витаминная, Каротинная 102). При среднем урожае 25—30 т/га выход каротина у этих сортов может достигать 5—6 кг/га, в то время как томаты и морковь, которые принято считать высококаротинными культурами, дают выход каротина примерно около 1—2 кг/га. Если при этом учесть, что тыква гораздо менее трудоемкая культура, чем морковь и томаты, станет ясным большое значение ее как источника каротина. Кроме каротина и витамина С в плодах тыквы имеется тиамин, рибофлавин и ниацин.

Данные о содержании каротина в плодах арбуза несколько противоречивы. По мнению Н. М. Иванова (1941), в плодах арбуза каротин отсутствует, а окраска мякоти плодов обусловлена наличием в них не каротина, а ликопина. По данным Л. В. Миловановой и А. И. Филова (1954), в плодах арбуза имеется некоторое количество каротина (около 1 мг%).

Беломясые сорта дыни каротина не имеют или имеют его очень мало (так же как и беломясые тыквы), у желтомясых сортов дыни и сортов с оранжевой окраской мякоти плодов (например, сорт Ич-кзыл) каротин имеется, однако в значительно меньших количествах, чем у тыквы.

Кольвелл (Colwell, 1942), Крафтс и Лоренц (Crafts, Lorenz, 1944) изучали состав, скорость и пути поступления пластических веществ в плоды тыквы. Они установили, что



пластические вещества поступают в плоды через ситовидные трубки плодоножек путем активной диффузии со скоростью 35—160 см в час и выше. Было показано также, что химический состав сухих веществ в плодах тыквы и в выделениях флоэмы плодоножек различны. Так, содержание азота в выделениях флоэмы плодоножек было значительно выше, чем в плодах, а содержание углерода было практически одинаковым. Поэтому соотношение C/N в выделениях флоэмы было значительно ниже, чем в плодах. С изменением возраста и размера плодов соотношение C/N в выделениях флоэмы существенно не менялось. В то же время в плодах с увеличением возраста и размера происходили изменения в сторону относительного увеличения количества углерода. Эти данные говорят об активной избирательности плодов в процессе поступления в них пластических веществ. На основании этих данных авторы высказывают мнение о том, что выделения флоэмы не могут считаться достаточно правильным показателем ассимиляции пластических веществ плодами тыквы.

По данным Ю. В. Ракитина (1936), созревание плодов дынь сопровождается затуханием окислительных и усилением анаэробных процессов. В его опытах по мере созревания незрелых плодов дыни, двукратно обработанных этиленом в концентрации 1 : 2000, снижалась активность каталазы и пероксидазы, повышалась активность карбоксилазы и увеличивалось содержание спирта и ацетальдегида.

Применение различных воздействий на плоды, вызывающих увеличение напряженности биохимических процессов и усиление анаэробнозиса, способствует ускорению их созревания. Ю. В. Ракитин использовал при этом введение внутрь плодов этилового спирта из расчета 1 см<sup>3</sup> на 100 г веса плодов (в концентрации 12, 24 и 48%), временное выдерживание плодов в анаэробных условиях и особенно обработку плодов этиленом. Плоды, в которые вводился спирт, созрели через 5—8 дней после инъекции (в контроле через 25 дней). Выдерживание плодов в течение 12—36 час в анаэробных условиях ускорило их созревание на 2—5 суток. Четырех-шестидневная обработка сформировавшихся зеленых плодов этиленом в концентрации 1 : 2000 обеспечили созревание таких плодов (без обработки плоды созрели через 25—30 суток). Физиологическое воздействие на плоды отмеченных выше приемов проявилось в усилении активности окислительных ферментов и накоплении ацетальдегида и спирта (табл. 184).

Метод искусственного дозревания Ю. В. Ракитин (1936) рекомендует для дозаривания незрелых плодов после перевозки их к месту потребления (как более прочных при транспортировке) и дозаривания на кустах не дозревших плодов для потребления на месте.

Аналогичные данные по физиологии созревания и дозирования плодов дыни получены позднее в опытах О. В. Титовой (1953).

Одновременно с ростом плодов растут и развиваются семена. Обычно ко времени созревания плодов созревают и семена. У арбуза, например, приобретение нормальной окраски мякоти является показателем зрелости семян. Однако имеются сорта (например, Стокса 647/649), у которых,

Таблица 184

**Влияние обработки плодов дыни этиленом на активность окислительных ферментов и анаэробные процессы**

Сорта дынь	Варианты опыта	Активность ферментов, см <sup>3</sup> 0,1 н. перманганата		Ацетальдегид, мг на 100 г массы плода	Спирт, мг на 100 г массы плода
		каталазы	пероксидазы		
Бирючукская	Контроль	14,3	2,3	0,176	22,5
	Этилен	14,9	7,0	0,270	31,2
Зимовка	Контроль	13,5	4,2	0,155	26,0
	Этилен	14,8	7,8	0,294	32,0

несмотря на розовую окраску мякоти плодов, семена к этому времени бывают еще не вполне зрелыми. Они дозревают несколько позже. Наоборот, у некоторых сортов дынь (обычно позднеспелых, зимних) семена созревают раньше потребительской зрелости плодов. Такое явление наблюдалось при посеве южных сортов дыни (Новинка Дона и др.) и их гибридов под Москвой: плоды, невызревшие из-за недостаточно высоких температур в открытом грунте, имели семена с довольно высокой всхожестью, достигавшей 80—100% (Белик, неопубликованные данные). По-видимому, созревание семян в плодах бахчевых культур может происходить при более низких температурах, чем мякоти плодов.

В каждом плоде бахчевых культур образуется относительно большое количество семян — от нескольких десятков до 1000 и больше.

Далеко не все цветки у бахчевых культур образуют плоды. При наличии на каждом растении десятков потенциально пригодных к оплодотворению женских цветков и еще большего количества мужских цветков, на одном растении арбузов и тыкв, как уже говорилось, образуется лишь 1—3 товарных плода, у дынь и кабачков несколько больше, но и у них редко образуется больше 5—10 плодов на одном растении.

Растение при определенных условиях может выдержать лишь определенную «нагрузку» плодов. Завязи, которые не могут быть обеспечены с помощью ассимиляционного аппарата достаточным количеством пищи, растения сбрасывают. Так, при недостаточных условиях питания растения тыквы, образовав 5—6 завязей, сбрасывают из них 3—4, причем некоторые из опавших завязей имеют вес, достигающий 1—2 кг. Поэтому не от всякого приема, увеличивающего количество образовавшихся завязей на растении, можно ожидать повышения урожая.

С этой точки зрения понятно то большое влияние на урожайность растений бахчевых культур, которое оказывает своевременный сбор плодов. В опытах, проведенных на Быковской бахчевой опытной станции в Волгоградской области с сортом Победитель 395, при однократном сборе в конце вегетации полностью вызревших плодов урожай составил 192 ц/га, а при четырех сборах, проводившихся по мере созревания, получено 231 ц/га плодов (Белик, 1956). Таким образом, только своевременное проведение сборов зрелых плодов позволило повысить урожай на 20%. Это можно объяснить только тем, что при уборке спелых плодов создаются лучшие условия для роста и созревания плодов, оставшихся на растении.

Такого же результата можно достичь и при уборке незрелых плодов. Например, в опытах Л. Г. Добрунова (1959) ранний съем плодов кабачков в виде зеленца способствовал увеличению числа листьев на растении и их поверхности (с 34 до 41 тыс. м<sup>2</sup>/га), продуктивности фотосинтеза (с 3,2 до 3,7 г/м<sup>2</sup> в сутки) и продолжительности жизни растений в сравнении с растениями, у которых плоды снимались в стадии биологической зрелости. В результате увеличился период плодоношения и повысился урожай.

## БИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ХРАНЕНИЯ И ТРАНСПОРТИРОВКИ ПЛОДОВ

Основная масса урожая плодов арбуза и дыни потребляется в свежем виде. К сожалению, период потребления свежей продукции этих культур очень краткий. В Нижнем Поволжье, например, в зоне наиболее развитого бахчеводства в нашей стране, созревание плодов дыни начинается примерно со второй половины июля, а арбуза с начала — середины августа. Уборка заканчивается с наступлением первых осенних заморозков, в сентябре—октябре месяце. Таким образом, свежую продукцию бахчевых культур, без организации хранения плодов, население Нижнего Поволжья может потреблять в течение всего 1,5—2,5 месяцев. Ясно, что в более северных районах этот период еще короче.

Удлинению этого периода способствует организация хранения и транспортировки плодов. Среди культурных тыквенных наиболее высокой лежкостью обладают плоды тыквы и кормового арбуза, которые при определенных условиях могут храниться в течение года и даже большего периода. У тыквы наиболее лежкие плоды у сортов вида *C. maxima*, среди которых выделяются Испанская тыква и производные от нее сорта — Столовая зимняя А-5 и др. Плоды вида *C. pepo* также хорошо хранятся, но их тонкая мякоть при хранении постепенно высыхает и они теряют питательную ценность. Плоды у большинства сортов *C. moschata* имеют невысокую лежкость в сравнении с другими видами.

Плоды столового арбуза имеют значительно меньшую лежкость, чем плоды тыквы и кормового арбуза. Как правило, они могут храниться не более 3—4 месяцев. Лежкими являются плоды сортов Мелитопольский 143, 142 и 60, Ажиновский 5 и 90, Зимний 344 и ряд других, которые пригодны для хранения в течение 2—3 и более месяцев. Еще большую лежкость имеют новые сорта Быковской станции — Быковский 23 и Волжский 7, не теряющие высоких вкусовых качеств при хранении до 5—6 месяцев.

Европейские сорта дыни имеют слабую лежкость плодов. Более лежкие из них — позднеспелые сорта: Зимовка 264/39, Зимовка с яблочными семенами, Бронзовка К-3, Доно-Кубанская, а также Колхозница 749/753. Однако и они хранятся недолго — в течение трех-четырёх недель. Ряд же сортов Средней Азии, особенно зимних и осенне-зимних, имеют очень высокую лежкость — иногда до нового урожая. Лучшими для хранения являются среднеазиатские сорта дыни осеннезимней группы: Сары-гуляби 497; Гок-гуляби 670; Каррыкыз 700 и зимней группы: Кара-гуляби 694; Кара-котур 695 (С. Кобытев, 1963).

Плоды дыни на хранение закладывают несколько недозрелые (за 7—10 дней до полного созревания). Однако слишком зеленые, как и перезревшие плоды, непригодны для хранения. Как показали Огль и Кристофер (Ogle, Christopher, 1957) незрелые плоды дыни (канталупы) сохраняются лучше, чем недозрелые и зрелые, но они имеют плохой вкус, который улучшается лишь через 15 дней хранения, и низкое содержание сухих веществ. Недозрелые плоды хорошо сохраняются, вкусовые качества их улучшаются в период 5—10-дневного хранения. При длительном хранении вкус их снова ухудшается. Зрелые плоды в их опытах плохо хранились и быстро теряли вкусовые качества. Кроме того, как показал С. И. Кобытев (1963), у незрелых плодов дыни легко могут зажить даже мелкие механические повреждения.

Позднеспелые среднеазиатские сорта дыни способны дозревать в процессе хранения, поэтому их можно закладывать

на хранение даже в незрелом виде, по мнению С. И. Кобытева (1963, 1967), на  $\frac{1}{5}$ — $\frac{1}{6}$  часть времени раньше, чем это необходимо для полного созревания мякоти. Однако и эти сорта слишком рано закладывать на хранение не следует, ибо это ведет к снижению их сахаристости. При хранении сладость плодов может повышаться лишь за счет превращения несладких в более сладкие сахара, и если до съема с растений в плодах не накопится достаточное количество сахаров, во время хранения плоды не приобретут высоких вкусовых качеств.

По данным И. Г. Титяповой (1963), для того чтобы незрелые плоды дыни могли вызреть в процессе лежки, их необходимо закладывать на хранение тогда, когда сухой вес мякоти равен или больше, чем вес коры.

Плоды столовых сортов арбуза для хранения следует брать зрелые, но не перезрелые. Имеется ряд высказываний о целесообразности отбора на хранение незрелых плодов арбуза (Кобытев, 1963). Однако с этим нельзя согласиться. Хотя незрелые плоды и лучше сохраняются, чем зрелые, однако качество их при хранении бывает невысокое, поскольку сорванные с плетей плоды арбуза в процессе хранения не дозревают, на что справедливо указывают Б. А. Рубин, Л. В. Метлицкий (1955), М. К. Усатюк и В. В. Шустров (1956).

Перезрелые плоды арбуза, так же как и дыни, совершенно непригодны для хранения, поскольку при этом у них быстро теряются вкусовые качества, мякоть у них разлагается, они обладают ослабленной устойчивостью к вредителям и болезням.

Плоды тыквы и кормового арбуза лучше хранить полностью вызревшими, так как такие плоды лучше хранятся и обладают наиболее высокими пищевыми и кормовыми достоинствами. Плоды тыквы типа Испанской обычно хранят несколько незревшими, поскольку они очень позднеспелые и редко достигают полной зрелости на корню, но способны дозреть в процессе лежки.

Для транспортировки плоды бахчевых культур следует брать зрелые, но не перезрелые. Плоды дыни можно транспортировать несколько незрелыми с учетом продолжительности перевозки с тем, чтобы ко времени доставки к месту потребления плоды полностью вызрели.

Плоды бахчевых культур хранят как в специальных плодохранилищах, так и в различных других помещениях (подвалах, сараях, жилых помещениях и пр.) на стеллажах с подстилкой из различных материалов — соломы, мякины, половы, сухого торфа.

В Средней Азии широко распространено хранение плодов дыни и арбуза на подвесах и в сетках из различных материалов (Кобытев, 1963, 1967; Расулов, 1964).

Различные способы завертывания или укрытия плодов (в бумагу, полиэтиленовые пакеты, покрытие вазелиновой пленкой и пр.), которые ведут к повышению влажности воздуха и затрудняют доступ кислорода к плодам, оказывают отрицательное влияние на сохранность плодов — ускоряют их загнивание, ухудшают вкус и товарные качества (Палилов, 1965).

В отношении оптимального режима хранения плодов бахчевых культур данные несколько противоречивы. Однако большинство исследователей приходит к мнению, что для плодов арбуза оптимальной является температура хранения 1—3°, а относительная влажность воздуха 80—85% (Огиевская, 1940, 1941; Рубин, Метлицкий, 1955; Усатюк, Шустров, 1956; Палилов, 1965). При более высокой температуре и низкой относительной влажности воздуха плоды теряют тургор (Кобытев, 1963), быстрее происходит потеря углеводов, разрушается структура мякоти, а при низких температурах (0°) и более высокой относительной влажности воздуха (90—95%) плоды загнивают, мякоть приобретает рыхлую консистенцию, горький привкус, ослизняется, повышается кислотность плодов (Рубин, Метлицкий, 1955; Усатюк, Шустров, 1956).

Плоды дыни лучше сохраняются при температуре (0°) — (+2°) и относительной влажности воздуха 80—85% (Белик, 1956; Усатюк, Шустров, 1956; Палилов, 1965). Следует сказать, что хотя плоды дыни и менее чувствительны к повышенной влажности воздуха, чем плоды арбуза, при высокой относительной влажности и высокой температуре воздуха сокращается их лежкость, так как при этом усиливаются процессы дыхания и заболеваемость плодов, приводящие к их гибели. При высокой температуре также ускоряется созревание плодов дынь, что способствует быстрой их порче. При температуре ниже нуля плоды дыни замораются и после оттаивания теряют товарность, что наблюдается также и по другим тыквенным.

Плоды тыквы и кормового арбуза хорошо сохраняются при более высокой температуре (около 5—10°), чем плоды столового арбуза и дыни, и низкой относительной влажности воздуха (около 70—75%), что объясняется высокой устойчивостью их периферических тканей к усыханию.

По данным Быковской станции (Огиевская, 1941), в хранилищах, где наблюдается высокая относительная влажность воздуха и низкая температура, плоды тыквы сохраняются только в течение 4—5 месяцев, а при комнатном хранении — более года. С. И. Кобытев (1962, 1963) сообщает, что в его опытах в сухом помещении при температуре 11—18° зимой и доходящей до 32° летом плоды тыквы сорта Хайван-кэды (вид *C. maxima*) хранились почти три года, Плов-кэды (вид *C. moschata*) — более года и Нан-кэды (вид *C. pepo*) — око-

ло года. В то же время в сырых помещениях плоды тыквы хранились лишь в течение 2—3 месяцев.

Важное значение имеют условия, в которых проводятся сборы плодов, предназначенных для хранения. По данным Быковской станции, плоды, собранные в солнечную, сухую погоду, хранятся значительно лучше, чем собранные в пасмурную и особенно в дождливую погоду. В последнем случае в хранилищах создается повышенная влажность воздуха, что ведет к более быстрому заболеванию и гибели плодов. Особенно чувствительны к влаге, как мы уже отмечали, плоды тыквы. Поэтому станция рекомендует плоды тыквы перед закладкой на хранение выдержать в кучах в течение 10—20 дней при температуре 27—28° (в помещении или на солнце). При этом излишняя влага плодов испарится, кора их загрубеет и плоды при хранении будут менее подвержены влиянию вредных микроорганизмов.

Отмеченная рекомендация Быковской станции, касающаяся тыквы, не может быть распространена на другие культуры семейства тыквенных по следующим соображениям. Если сорванные плоды арбуза и дыни не заложить сразу же на хранение, то в условиях повышенной температуры в них будут быстрыми темпами происходить биохимические процессы перезревания плодов, что приведет к более быстрому разрушению тканей мякоти и сокращению сроков хранения. Кроме того, как отмечает С. И. Кобытев (1963), подвяливание плодов дыни, которое неизбежно при задержке с закладкой сорванных плодов на хранение, ведет к потере ими способности к заживлению ран и механических повреждений, что также сокращает срок их лежкости.

Лежкость плодов тыквенных в сильной степени зависит не только от условий хранения, но и агротехники их выращивания. Как показала, например, Н. И. Пантелеева (1960), легкие супесчаные почвы в значительной степени усиливают прочность коры плодов арбуза, что ведет к увеличению их лежкости и транспортабельности.

Орошение арбузов, по данным Н. И. Пантелеевой, ухудшает лежкость их плодов — у них меньшая прочность коры, они также сильнее подвержены грибковым заболеваниям.

Способность плодов к хранению и длительной транспортировке зависит прежде всего от структуры мякоти и анатомического строения коры. Однако следует отметить, что не всегда повышенная лежкость плодов сочетается с высокой транспортабельностью и, наоборот, не всегда нележкие сорта являются малотранспортабельными. Это связано с тем, что основные факторы, обуславливающие лежкость и транспортабельность, различны.

Транспортабельность плодов арбуза, как это показал ряд исследователей, зависит в основном от прочности коры, а по-

следняя обусловлена прежде всего наличием механической ткани или так называемого панцирного или склеренхимного слоя коры. При этом ряд авторов (Попова, 1937; Старчевая, 1940; Бойко, 1940) считают ведущим фактором прочности, а следовательно и транспортабельности плодов, толщину механической ткани, в то время как другие исследователи (Матиенко, 1954; Фурса, 1962) основой прочности коры считают компактность расположения групп склереид в механической ткани и их величину, т. е. непрерывность панциря. По нашему мнению, нельзя отрицать роли в прочности коры ни того, ни другого фактора, ни толщины склереидного слоя, ни его непрерывности, на что справедливо указывали А. И. Филова (1952, 1959а) и Н. И. Пантелеева (1959).

Н. И. Пантелеева (1959) при помощи особого прибора, сконструированного в Молдавском научно-исследовательском институте орошаемого земледелия, проверила прочность коры различных сортов арбуза, сопоставив ее с анатомическим строением коры. Было отмечено, что сорта, кора которых отличается большим сопротивлением давлению прибора, имеют и хорошо выраженный, очень мощный панцирный слой и, наоборот, сорта с корой, слабо сопротивляющейся давлению, имеют склереидный слой коры незначительной толщины, нередко прерывчатый. При этом было установлено, что сопротивляемость коры давлению зависит не только от толщины склеренхимного слоя, но также и от толщины оболочек его клеток и характера соединения последних.

Прочность коры плодов арбуза неодинакова в различных их частях. Как показала Н. И. Пантелеева, наиболее уязвима кора в цветочной части плода и на том участке, которым плод лежал на земле. В этих же частях плода наименее выражен и склеренхимный слой коры. Эти данные указывают на то, что при подготовке и закладке плодов арбуза на хранение особую осторожность надо проявлять к цветочной части плода и той части, которой плод лежал на земле. Во всяком случае, нельзя укладывать при хранении плоды этими частями вниз, с тем, чтобы на них не было давления. С другой стороны, является желательным при выращивании плодов специально для хранения периодическое переворачивание их с тем, чтобы у них происходило равномерное по всей коре образование панцирного слоя, что будет способствовать лучшей их лежкости.

Кроме прочности коры на транспортабельности плодов арбуза сказывается также ее эластичность, на что указывают С. С. Иванов (Ivanoff, 1954), Н. И. Пантелеева (1959) и другие авторы. Эластичность же коры, по данным Н. И. Пантелеевой, обусловлена толщиной коровой паренхимы: чем она толще, тем кора эластичнее.

Для плодов тыквы высокая транспортабельность плодов



не так важна, как для арбуза, поскольку ее плоды редко перевозятся на дальние расстояния. Однако следует отметить, что плоды тыквы обладают высокой транспортабельностью, поскольку они имеют и прочную (у сортов вида *C. pepo*), и эластичную (у видов *C. maxima* и *C. moschata*) кору.

Транспортабельность плодов дыни, по данным А. И. Филова (1959а), зависит не столько от прочности коры, сколько от структуры мякоти. Плоды с физиологически незрелой мякотью зимних дынь (например, кассаб) транспортируются значительно лучше, чем плоды летних и среднелетних сортов дыни (Ич-кзыл, Амери и др.), у последних кора нередко более плотная, чем у зимних дынь, но уборку их проводят тогда, когда мякоть физиологически созреет (одновременно с созревaniem семян), поскольку при ранних сборах недозрелые плоды этих сортов плохо дозревают.

Лежкость плодов имеет много общего с транспортабельностью. На лежкость плодов арбуза и тыквы, так же как и на транспортабельность, оказывает влияние и прочность, и эластичность коры. Однако здесь эти факторы не играют решающей роли. Как справедливо отмечает С. И. Кобычев (1962), плоды тыквы вида *C. pepo*, хотя и имеют мощный панцирный слой, хранятся хуже, чем плоды вида *C. maxima*, обычно не имеющие панцирного слоя.

Имеются сорта арбуза лежкие, но недостаточно транспортабельные (например, Ажиновский 5, Волжский 7 и др.) и, наоборот, транспортабельные, но мало пригодные к хранению (Любимец хутора Пятигорска 286 и др.). Это объясняется тем, что высокая способность к хранению обусловлена не столько прочностью коры, сколько структурой мякоти, химическим ее составом, направлением биохимических процессов, происходящих в плодах при хранении.

Плоды с плотной мякотью способны к более длительному хранению, чем с рыхлой мякотью. На лежкости плодов сказывается также наличие в них пектиновых веществ. И. Г. Титяпова (1963), например, показала, что плоды дыни, имеющие в коре плодов мало пектиновых веществ (0,05—2,5% в расчете на сухое вещество), являются и не лежкими, и не транспортабельными; имеющие среднее содержание пектиновых веществ (8—10%) — транспортабельные, но не лежкие, а с содержанием, превышающим 10%, обладают и высокой лежкостью, и транспортабельностью. По ее данным, содержание клетчатки в коре плодов дыни не играет решающей роли в их лежкости и транспортабельности: имеются сорта (например, некоторые американские) с высоким содержанием клетчатки в коре плодов, но они не обладают достаточной лежкостью и транспортабельностью.

В процессе хранения плодов происходит существенное изменение и их химического состава, что обуславливает из-

менение их пищевого достоинства и вкусовых качеств. Н. Е. Бугаев (1935) в опытах по хранению арбуза сорта Мелитопольский установил, что у зрелых плодов в ноябре сахара в основном находятся в мякоти, а в коре их очень мало (табл. 185).

Таблица 185

Изменения в содержании воды и сахаров в плодах арбузов при хранении, %

Содержание	В мякоти			В коре		
	11—21/XI	28/XI—7/XII	9—16/I	11—21/XI	28/XI—9/XII	1—16/I
Воды . . . . .	91,0—92,9	93,9—95,6	95,0—98,0	91,1—93,0	87,8—93,0	88,5—91,5
<i>В среднем . . .</i>	<i>92,04</i>	<i>94,80</i>	<i>97,21</i>	<i>92,26</i>	<i>90,02</i>	<i>90,05</i>
Общего сахара	6,0—7,5	4,5—6,3	2,8—5,0	2,0—3,5	4,3—5,8	4,5—6,8
<i>В среднем . . .</i>	<i>6,64</i>	<i>5,47</i>	<i>3,98</i>	<i>2,92</i>	<i>4,84</i>	<i>5,68</i>
Сахарозы . . . . .	1,2—2,1	1,0—1,9	0—0,5	0—0,5	0—1,7	0
Глюкозы . . . . .	1,4—2,0	1,2—2,1	1,0—2,0	1,1—1,4	1,5—2,4	1,7—2,8
Фруктозы . . . . .	2,2—4,0	2,0—3,1	1,7—2,7	0,9—1,9	0,9—3,0	2,8—3,9

Как следует из данных, приведенных в табл. 185, в процессе хранения кора обезвоживается и обогащается сахаром, а мякоть, наоборот, теряет сахар и обогащается водой. В январе кора плодов содержала сахара уже больше, чем мякоть. К этому времени сахароза в коре совсем исчезла, а в мякоти имелась лишь в ничтожных количествах. В целом же сахаров в коре было значительно больше, чем в начале опыта, а в мякоти почти в два раза меньше. К 10 марта содержание сахара в мякоти было равно 3,75%, а в коре — 6,25%; сахароза отсутствовала как в коре, так и в мякоти.

В. Д. Знаменский (1927) показал, что при хранении плодов арбуза (сорт Ажиновский) происходит снижение общего сахара в течение хранения и изменяется соотношение различных его видов. Если сразу после уборки в плодах сахарозы было 1,41%, а моносахаров 6,63%, то после трех недель хранения содержание сахарозы возросло до 2,99%, а моносахаров снизилось до 4,26%.

Подробные исследования по изучению превращения веществ при созревании и хранении плодов бахчевых культур провела в Ташкентском отделении ВИР З. И. Корейша (1952). Ею установлено, что для нележких сортов дыни (Чогаре, Хандаляки, Аданы, Канталупы) характерно резкое снижение содержания сахаров в первые три-пять дней после съема (табл. 186), высокое гидролитическое действие ферментов и высокая интенсивность дыхания.

Для промежуточной по лежкости группы сортов (Кассаба, Амери), плоды которых способны сохраняться до 3—4

Изменение химического состава мякоти плодов дыни в процессе хранения (сахар, % на сырой вес; пектин, % на сухой вес)

Исследуемые вещества	Чогаре (нележкий сорт)		Кассаба (сорт средней лежкости)			
	плод свежий	14 дней хранения	плод свежий	38 дней хранения	45 дней хранения	66 дней хранения
Общий сахар . . .	10,29	5,47	12,91	13,57	9,53	9,53
Глюкоза . . . . .	1,47	2,53	2,29	2,13	1,73	1,47
Фруктоза . . . . .	2,62	1,34	2,51	2,31	0,96	1,23
Сахароза . . . . .	5,70	1,60	8,11	10,76	6,84	6,93
Пектины . . . . .	2,62	2,13	1,50	4,30	5,10	1,76

месяцев, характерны относительная стабильность в содержании сахаров в первые недели хранения, увеличение содержания пектиновых веществ в середине хранения и постепенное снижение их количества к концу хранения (табл. 187). Леж-

Таблица 187

Изменение при хранении содержания сахаров (% на сырой вес) в мякоти дынь Гуляби

Дата анализа	Длительность хранения плодов	Содержание (% на сырой вес)			
		общего сахара	глюкозы	фруктозы	сахарозы
28/IX	Плод зеленый . . . . .	6,28	2,73	2,21	1,34
30/IX	Плод зрелый . . . . .	7,83	2,23	2,03	3,53
29/X	1 месяц . . . . .	8,22	2,58	0,81	4,83
30/XI	2 месяца . . . . .	8,37	1,63	1,54	5,20
30/I	4 месяца . . . . .	6,95	1,66	1,32	3,97
25/III	6 месяцев . . . . .	6,35	1,85	0,73	3,77
25/IV	7 месяцев . . . . .	5,80	1,90	0	3,90

кие зимние дыни (сорт Гуляби и др.), сохраняющиеся 4—7 месяцев, способны дозревать в лежке. Поэтому сахаристость у них в первые месяцы увеличивается (см. табл. 187), содержание пектиновых веществ снижается постепенно, дыхание находится на низком уровне. Потери в весе значительно меньшие, чем в плодах первых двух групп.

Гидролитическая деятельность фермента инвертазы во всех группах дынь уменьшается с увеличением содержания сахарозы и наоборот. Активность каталазы по мере хранения уменьшается, а пероксидазы увеличивается.

При сравнении нележких сортов столовых арбузов с лежкими цукатными и кормовыми арбузами было установлено, что последние два вида отличаются низким содержанием

ем сахаров (1—2,5%), представленных в основном моносахарами, высоким содержанием пектиновых веществ (в мякоти 9—14% на сухой вес), клетчатки (до 10% на сухой вес) и воды (в мякоти до 96%). Во время хранения в них происходила трата сахаров — исчезала глюкоза и сахароза, а содержание фруктозы почти не изменялось (у столовых арбузов содержание глюкозы при хранении остается почти на одном уровне). В мякоти увеличивалось содержание пектиновых веществ и клетчатки. В коре количество пектиновых веществ снижалось. Высокая лежкость кормовых и цукатных арбузов объясняется высоким содержанием в них пектиновых веществ, которые обуславливают высокую водоудерживающую способность клеток (Корейша, 1952).

У тыкв при хранении изменение химического состава происходит аналогично кормовым и цукатным арбузам: расходуется сахара, происходит увеличение содержания клетчатки (с 10 до 24%). Количество пектиновых веществ не изменяется.

В процессе хранения у нележких сортов дынь потеря в весе составляет ежедневно около 0,29—0,36% (Корейша, 1952). У лежких сортов весовые потери значительно ниже (около 0,07% в день). Это явление обусловлено более высокой интенсивностью дыхания в плодах нележких сортов: при съеме она была равна 10,8 мг CO<sub>2</sub> на 1 кг свежего веса у нележких сортов и 0,75 мг CO<sub>2</sub> на 1 кг свежего веса у лежких сортов. У лежких сортов интенсивность дыхания наиболее высокая во время съема плодов, затем она постепенно снижается. У лежких сортов наоборот: в процессе хранения интенсивность дыхания возрастает и к концу хранения иногда достигает уровня дыхания летних сортов во время съема.

Как показали Хопп, Мерроу и Эльберт (Hoop, Merrow, Elbert, 1960), в процессе хранения плоды тыквы снижают свой вес (за 6 месяцев хранения на 13,5—16,8% у различных сортов) и теряют сухое вещество (снижение за 6 месяцев с 19,2—30,6% до 12,6—20,8% у разных сортов). Изменяется и содержание витаминов, в частности каротина. Тенденция изменения содержания каротина в плодах тыквы в опытах авторов была следующая: в первые 10 недель хранения происходило увеличение содержания каротина, затем оно оставалось примерно на одном уровне. При этом увеличение содержания каротина было меньшим у сортов, раньше образующих плоды, и большим у сортов позднеспелых, плоды которых созревали в лежке. Наиболее высокое содержание каротина (12,3—20 мг% на сухой вес) было у сорта Baby Blue. Снижение веса плодов при хранении отмечено также в опытах с дыней (Корейша, 1952) у нележких сортов.

В процессе хранения в плодах дыни образуется спирт, причем у различных сортов по-разному. Для летних, нележ-

ких сортов дыни характерно усиленное образование спирта в первые же дни после съема. У средних по лежкости сортов образование спирта также идет довольно быстро (за 36 дней его количество увеличилось в 4—6 раз). У зимних, лежких сортов дынь накопление спирта происходит в течение двух месяцев хранения, а затем его количество остается на одном уровне или увеличивается в незначительном размере (Корейша, 1952).

## ФОТОСИНТЕЗ И ДЫХАНИЕ БАХЧЕВЫХ РАСТЕНИЙ

Фотосинтез и дыхание бахчевых растений изучены очень слабо. Имеются лишь отдельные сообщения, главным образом по влиянию различных факторов внешней среды на содержание хлорофилла и интенсивность процессов фотосинтеза и дыхания.

Приведем некоторые данные по этому вопросу.

По данным Е. И. Бессоновой (1962), в богарных условиях Узбекистана содержание хлорофилла в листьях арбузов выше, чем у дыни (у арбузов в среднем 0,91—1,81%, а у среднеазиатских сортов дыни 0,72—1,46% на сухой вес). Максимальное количество хлорофилла отмечалось в период начала образования плодов (на 12/VI 1,46—2,80%); по мере старения растения содержание хлорофилла снижалось (в фазе созревания плодов до 0,5—0,7%).

В опытах, проведенных под Москвой (Белик, Соломина, 1965), листья различных сортов и гибридов дыни в фазе плодообразования при выращивании в открытом грунте имели хлорофилла 0,83—1,19%, а при выращивании в парниках — 0,64—0,93% в расчете на сухое вещество. У арбуза, как у культуры более требовательной к теплу, в этих условиях листья имели меньшее количество хлорофилла, чем у дыни. При этом в открытом грунте растения арбуза имели хлорофилла меньше (0,32—0,50%), чем в парниках (0,51—0,70%), где температурные условия были более благоприятными. В условиях Ростовской области растения арбузов и дынь по содержанию хлорофилла в листьях существенно не различались; в фазе *бутонизация* — *цветение* листья растений дынь содержали 0,46—0,83%, а листья арбузов 0,47—0,73% хлорофилла в расчете на сухое вещество.

В опытах П. А. Генкеля и К. П. Марголиной (1949) охлаждение 40—45-дневных растений арбуза и тыквы, а также двадцатидневных огурцов в течение трех суток при +3° вызывало снижение содержания хлорофилла в листьях, ослабляло связь молекул хлорофилла и белка (спиртом извлекалось большее количество хлорофилла) и снижало интенсивность дыхания (табл. 188).

**Влияние охлаждения на содержание хлорофилла и интенсивность дыхания в листьях растений тыквенных культур**

Культура и сорт	Варианты опыта	Содержание хлорофилла, мг % на сухой вес	Хлорофилл, извлеченный спиртом, % от общего	Интенсивность дыхания, мг CO <sub>2</sub> на 1 г сухого вещества за 1 час
Арбуз . . . . .	Контроль	10,9	12,0	22,6
	Охлаждение	7,9	19,0	15,3
Тыква Донская . . .	Контроль	12,7	5,3	29,5
	Охлаждение	10,5	13,3	13,5
Огурцы Вязниковские	Контроль	18,6	3,8	44,3
	Охлаждение	13,9	25,0	12,2

С другой стороны, как это было установлено Н. С. Петиновым и Ю. Г. Молотковским (1956), воздействие высокими температурами вызывает у бахчевых, как и у других видов растений, снижение интенсивности дыхания (табл. 189).

Таблица 189

**Влияние высокой температуры на интенсивность дыхания, дыхательный коэффициент и активность дегидраз, у растений арбузов**

Экспозиция	До прогрева	После прогрева
	<i>Интенсивность дыхания, мл O<sub>2</sub> на 1 г сырого веса за 1 час</i>	
Два часа при 45°	99,1	85,7
Четыре часа при 50°	105,2	71,3
	<i>Дыхательный коэффициент</i>	
Два часа при 45°	0,91	0,82
Четыре часа при 50°	0,88	0,76
	<i>Активность дегидрогеназ</i>	
Два часа при 50°	5,2	22,5
Три часа при 45°	8,0	83,0

При этом у бахчевых (арбуз, тыква), как у культур жароустойчивых, наблюдается снижение дыхательного коэффициента и повышение активности дегидрогеназ, чего у растений, неустойчивых к жаре (например, у овса и салата), не происходит.

Наряду с температурными условиями среды большое влияние на интенсивность фотосинтеза и дыхания оказывают содержание углекислоты в воздухе и условия освещенности растений. Так, В. А. Чесноков (1955) показал, что увеличение концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе до определенного предела повышает интенсивность фотосинтеза у тыквы и других видов растений. В его опытах при концентрации углекислоты в воздухе в количестве  $0,54 \text{ мг/л}$  в тепличных условиях интенсивность фотосинтеза у тыквы составляла  $5,2 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ . Повышение содержания  $\text{CO}_2$  до  $5,15 \text{ мг/л}$  вызвало увеличение интенсивности фотосинтеза до  $24,5 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ . Наиболее резкое повышение интенсивности фотосинтеза от увеличения содержания  $\text{CO}_2$  в воздухе наблюдалось в пределах концентрации  $\text{CO}_2$ , близкой к нормальной. При дальнейшем повышении содержания углекислоты увеличение энергии фотосинтеза шло менее интенсивно, что говорит о высокой приспособленности растений тыквы к использованию углекислоты воздуха. В этих же опытах отмечено влияние температуры на интенсивность фотосинтеза у тыквы: с повышением температуры фотосинтез усиливался, достигая максимума при  $30\text{—}35^\circ$  и резко снижаясь при  $40\text{—}45^\circ$ , когда растения прекращали нормальное развитие и гибли.

Т. В. Вобликова (1953) в опытах, проведенных в условиях искусственного освещения лампами накаливания, установила некоторые особенности фотосинтеза и дыхания растений патиссона. В ее опытах при освещенности 10 тыс. люксов, содержании углекислоты в воздухе  $0,04\text{—}0,05\%$  и температуре  $22,4\text{—}24,8^\circ$  интенсивность фотосинтеза в молодых листьях растений патиссона была равна  $1,21\text{—}1,29 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ . У взрослых листьев она была значительно выше:  $2,38\text{—}2,65 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ . У старых листьев фотосинтез и дыхание снижалось. В течение дня интенсивность фотосинтеза в листьях патиссонов, несмотря на постоянную освещенность растений, равную 9,5 тыс. люксов, была неодинакова: в период от 9 до 12 час интенсивность фотосинтеза была равна  $0,46\text{—}1,37 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ ; от 14 до 20 час —  $2,51\text{—}5,07 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ ; в 22 час —  $2,22 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ . Повышение содержания углекислоты в камере от  $0,05$  до  $0,10\%$  обуславливало повышение интенсивности фотосинтеза, хотя оно происходило неравномерно и не всегда в соответствии с изменением концентрации  $\text{CO}_2$  в воздухе. Изменилась в течение суток и интенсивность дыхания: в ночные часы (от 2 до 5 час) она была равна  $0,87\text{—}3,84 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ ; днем (11—17 час) —  $0,22\text{—}0,51 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ ; вечером (19—21 час) —  $0,85\text{—}0,96 \text{ мг } \text{CO}_2/\text{дм}^2 \cdot \text{час}$ .

Изучая закономерности распределения продуктов фотосинтеза у растений в период их вегетации, И. Ф. Беликов (1962) в опытах с тыквой, огурцами и другими видами рас-

тений установил с помощью метода меченых атомов, что ассимиляты, меченные  $C^{14}$ , поступают из листьев нижнего яруса главным образом в корни и лишь частично в молодые растущие листья, а в период плодоношения — также в цветки и плоды. Из молодых растущих листьев продукты фотосинтеза

Таблица 190

Радиоактивность листьев тыквы на третий день после подкормки растений  $C^{14}O_2$  (*цм/мин* поверхности диска  $d=19$  мм)

Порядковый номер листа	Радиоактивность опытных растений, у которых подкормлен		
	2-й лист	7-й лист	10-й, молодой лист
17	19	—	—
16	34	—	—
15	24	—	—
14	1	—	—
13	13	66	0
12	7	110	0
11	0	38	10
10	0	37	345
9	0	9	0
8	0	0	0
7	0	1086	0
6	0	0	0
5	0	0	0
4	0	0	0
3	0	0	0
2	56	0	0
1	0	0	0

не перемещаются в другие органы, а потребляются на месте. От одного взрослого листа к другому продукты фотосинтеза не передвигаются или передвигаются в незначительных количествах (табл. 190).

Эти данные имеют большое значение для разработки приемов правильного регулирования роста и плодоношения растений, правильного применения прищипки, чеканки и других приемов, повышающих урожай растений.

Удаление плодов, по данным И. Ф. Беликова, усиливает приток ассимилятов к вегетативным органам, активизирует рост растений, а в опытах Л. Г. Добрунова (1959) ранний съем плодов зеленца (кабачка) по сравнению со съемом созревающих плодов повышал продуктивность фотосинтеза (с 3,2 до 3,7 г/м<sup>2</sup>), увеличивал число листьев и их поверхность (с 34 до 41 тыс. м<sup>2</sup>/га), что вело к повышению

урожайности, удлиняло продолжительность жизни растений и период их плодоношения.

## МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ БАХЧЕВЫХ РАСТЕНИЙ

### МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ АРБУЗОВ

Обстоятельное изучение потребности арбузов в минеральном питании провела И. Э. Упит (1957, 1959) в орошаемых условиях Волгоградской области на Быковской бахчевой опытной станции. Опыты проводились на светло-каштановой супесчаной почве с арбузом сорта Мелитопольский 142.

В 1953 г. при 4 поливах и внесении NPK в размере 120—180—120 кг/га был получен высокий урожай арбузов (461 ц/га). При этом в первый месяц вегетации растения рос-



ли очень медленно: при посеве 11/V всходы появились 20/V и к 15/VI каждое растение в среднем образовало только 3,12 г сухой массы (табл. 191), что составляет 10,4 кг сухой массы на 1 га.

Весьма интенсивный рост наблюдался в течение второго месяца вегетации, когда образовалась основная масса вегетативных органов. К моменту уборки (8/IX) вес вегетативной массы растений уменьшился, так как в этот период шло интенсивное нарастание веса плодов арбузов и часть листьев усыхла. К 5/VIII сбор плодов составил 15% от конечного урожая, а к 15/VIII — 30% от веса плодов, собранных за весь период сборов.

В соответствии с темпами нарастания сухой массы растений шло и поглощение минеральных элементов.

Соотношение минеральных элементов в вегетативной массе в целом за время вегетации изменялось очень незначительно, хотя различия между листьями и стеблями были весьма существенными (табл. 192).

Таблица 191

Динамика нарастания вегетативной массы арбузов и потребление ею минеральных элементов, кг/га

Сроки учета	Сухой вес, кг/га	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
15/VI	10,4	0,53	0,13	0,44
17/VII	177	59,16	22,63	53,67
8/IX	1300	20,06	7,46	18,86

Таблица 192

Изменение соотношений питательных веществ в вегетативных органах арбуза сорта Мелитопольский 142 в течение вегетации

Сроки учета	Вес сухой массы, %		Соотношение элементов минерального питания, %					
			в листьях			в стеблях		
	листьев	стеблей	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
15/VI	70	30	57,1	13,2	20,7	31,6	9,7	58,7
17/VII	56	44	54,6	15,7	29,7	31,0	17,9	51,1
8/IX	57	43	—	—	—	—	—	—

Как следует из данных табл. 192, листья арбуза содержали относительно повышенное количество азота, а стебли — калия. С возрастом в обоих органах увеличивалось относительное содержание фосфора, одновременно в листьях немного уменьшалось содержание азота, а в стеблях — калия, что, по-видимому, объясняется оттоком этих элементов в молодые завязи плодов.

Таблица 193

Изменение соотношений питательных элементов в вегетативной массе арбуза сорта Мелитопольский 142 в течение вегетации, %

Сроки учета	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
15/VI	47,7	12,1	40,2
17/VII	43,6	16,7	39,7
8/IX	43,3	16,2	40,5

калием, поскольку в плодах содержание калия преобладает над другими элементами.

И. Э. Упит провела анализ плода арбуза сорта Мелитопольский 142 (табл. 194).

Как следует из данных табл. 194, калия больше всего содержится в коре арбуза, а азота и фосфора в семенах. В целом плоде из числа минеральных элементов преобладает калий, что связано с большим содержанием калия в коре и соке плода.

Таблица 194

## Состав плода арбуза

Части плода арбуза	Всего сухого вещества, г	% от сухого вещества			Соотношение элементов минерального питания, %		
		N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Сок	338,1	0,79	0,15	0,88	43,4	8,3	48,3
Мякоть	94,5	1,33	0,20	1,24	48,0	7,2	44,8
Семена	62,1	2,72	0,65	0,75	66,0	15,8	18,2
Кора	156,8	1,43	0,51	4,36	22,7	8,1	69,2
Плод в целом	651,5	—	—	—	37,0	9,0	54,0

В 1 кг сухого вещества плода содержится 12,1 г азота, 2,92 г фосфора и 17,4 г калия, что в переводе на 1 ц сырого веса плода дает 123 г азота, 29,8 г фосфора и 179 г калия.

Исходя из этих данных можно рассчитать содержание минеральных элементов во всем урожае плодов (табл. 195).

В плодах арбузов содержится гораздо больше минеральных элементов, чем в вегетативной массе при уборке. Это обычная закономерность для всех плодовых культур, так как большая часть минеральных элементов переходит из листьев в запасные органы растений.

Исходя из данных, приведенных в табл. 195, для обеспе-

Таблица 195

## Содержание питательных элементов в урожае арбузов при уборке

Объект исследования	Содержание, кг/га			Соотношение, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Вегетативная масса к 17/VII	59,16	22,63	53,67	43,6	16,7	39,7
Сборы плодов с 5/VIII по 8/IX	56,60	13,70	82,50	37,0	9,0	54,0
Общий урожай	115,76	36,33	136,17	40,1	12,6	47,3

чения прибавки плодов арбузов в количестве 100 ц надо обеспечить поглощение растениями 25,2 кг азота, 8,1 кг фосфора и 28,6 кг калия.

Применение удобрений в орошаемых условиях резко повышает урожай арбузов. Данные И. Э. Упит (1957), полученные на Быковской опытной станции, представленные в табл. 196, показывают, что применение удобрений с поливом

Таблица 196

## Влияние удобрений в орошаемых условиях на общий урожай плодов арбузов, ц/га

Варианты опытов	1952 г.		1953 г.	
	ц/га	%	ц/га	%
Без полива и без удобрений	121,1	100	225,6	100
6—5 поливов без удобрений	221,0	179	—	—
При 4—5 поливах				
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	199,1	163	408,5	183
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> + орган. удобр.	236,0	192	401,7	178
N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub> + подкормка	209,1	170	442,4	196
N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	280,3	228	461,0	205

почти удваивает урожай плодов. Наилучшие результаты получены при повышенных дозах минеральных удобрений. Сочетание минеральных удобрений с навозом существенно не изменяло величину урожая.

По данным, полученным И. Э. Упит в тех же условиях, орошение и внесение удобрений почти не изменяли содержания углеводов в плодах, но заметно повышали содержание витамина С (табл. 197).

В том случае, когда поливы прекращались до завязывания плодов, наблюдалось наибольшее увеличение сахаристости плодов.

Как известно, черноземные почвы содержат обычно меньше фосфора по сравнению с другими минеральными элементами. Это сказывается при выращивании арбузов.

По данным В. А. Чешко (1950), на песчаном черноземе положительные результаты от внесения удобрений получались только при включении фосфора в комбинации удобрений.

Под арбузы, которые обычно выращиваются в засушливых условиях, следует вносить небольшие дозы удобрений. Так как арбузы высеваются с широкими междурядьями, раз-

Таблица 197

**Влияние удобрений на содержание сахаров и витамина С в плодах арбузов**

Варианты опыта	Сухое вещество, %	Сумма сахаров, %	Моносахара, %	Сахароза, %	Витамин С, мг %
Без полива, без удобрений	9,0	6,6	5,5	1,1	4,89
Без полива, N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	9,4	7,1	5,6	1,5	6,93
4—5 поливов, N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	8,3	6,7	5,0	1,7	7,54
2 полива до завязывания плодов, N <sub>60</sub> P <sub>90</sub> K <sub>60</sub>	9,6	7,4	5,6	1,8	6,19
4—5 поливов, N <sub>120</sub> P <sub>180</sub> K <sub>120</sub>	7,2	5,9	5,2	0,7	7,12

личные приемы, увеличивающие концентрацию удобрений и тем самым облегчающие их усвоение, способствуют повышению урожая.

На Быковской опытной станции высевают удобрения лентами шириной в 1 м с промежутками между ними в 2 м заметно повышал урожай арбузов независимо от того, находилась ли лента с удобрениями в середине 3-метровых междурядий или рядок растений располагался непосредственно на ленте удобрений.

В благоприятных условиях арбузы могут давать значительные прибавки урожая при внесении удобрений. В опытах кафедры агрохимии Волгоградского сельскохозяйственного института внесение 30 т/га перегноя в смеси с N<sub>30</sub>P<sub>60</sub>K<sub>30</sub> дало прибавку урожая в 115,6 ц/га (Карпова, 1958).

В опытах Харьковской овоще-картофельной селекционной станции на выщелоченном суглинистом черноземе (Квит, 1954) арбуз сорта Скороспелка харьковская дал большие прибавки урожая при внесении в лунки гранулированного су-

перфосфата. В среднем за 3 года по фону 10 т/га навоза и  $N_{45} K_{45}$  урожай плодов составил 214 ц/га; внесение в лунки 15 кг/га  $P_2O_5$  в виде порошковидного суперфосфата дало прибавку 25 ц/га, а в виде гранулированного суперфосфата — 38 ц/га.

### МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ ДЫНЬ

О потребности дыни в питательных элементах имеются данные в работах Масуи и др. (Masui, Fukuthima and oth., 1960), проведенных в Японии. Опыты проводились с дыней сорта Earl's Favorit, которая выращивалась в ящиках, вмещающих по 27 кг почвы, взятой с рисовых полей. Урожай дынь в зависимости от применяемых удобрений колебались от 846 до 2146 г с ящика.

В одном из опытов сравнивалась эффективность аммиачных  $(NH_4)_2SO_4$  и нитратных  $(NaNO_3)$  удобрений, вносимых на фоне разных доз извести. Нитратные формы азота оказали лучшее влияние на урожай дыни, чем аммиачные (табл. 198).

Оптимальная кислотность почвы для дыни, судя по данным, представленным в табл. 198, была близка к  $pH=6,0$ .

Существенное влияние на состав различных органов растений дыни оказала форма внесенного азота. При подкормке растений сернокислым аммонием во всех органах дыни содержалось больше фосфора и калия, чем при подкормке азотнокислым натрием, что, по-видимому, объясняется тем, что подкисление почвы при внесении аммиачных удобрений в большей мере задерживало рост растений, чем поступление фосфора и азота (табл. 199).

Различия в содержании азота в растении в зависимости от формы внесенных азотных удобрений были меньшими. Интересно отметить, что аммоний не был антагонистом калия, но сильно задерживал усвоение растениями кальция. Магний в этом отношении занимал промежуточное положение.

По сравнению с другими вегетативными органами листья дыни содержат больше азота, фосфора, кальция и магния, что

Таблица 198

Влияние различных форм азотных удобрений на урожай дыни (г с одного растения) в зависимости от различных доз извести и при внесении 7 г N; 12 г  $P_2O_5$ ; 10 г  $K_2O$  на сосуд

Дозы $CaCO_3$ (г $CaO$ на сосуд)	pH почвы при внесении		Урожай пло- дов при вне- сении в почву	
	$NH_4$	$NO_3$	$NH_4$	$NO_3$
0	4,68	5,37	1394	1648
20	5,34	6,24	1535	1926
40	5,91	6,61	1704	1810
80	6,59	6,88	1559	1794

Влияние аммонийных и нитратных форм азота на минеральный состав органов дыни при внесении 7 г N; 12 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 10 г K<sub>2</sub>O; 20 г CaO на сосуд

Органы растений	Содержание, %		N		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		K <sub>2</sub> O		CaO		MgO	
	Формы вносимых азотных удобрений		NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>
Листья	3,13	2,55	1,82	1,71	6,07	4,58	9,32	13,23	1,44	1,58		
Стебли	1,68	1,73	1,72	1,49	9,11	5,21	3,31	3,20	1,10	0,55		
Корни	2,08	2,05	1,12	0,95	5,00	2,00	1,39	1,74	0,09	0,13		
Семена	3,24	3,54	2,10	1,98	0,67	0,85	0,27	0,24	0,46	0,47		
Плоды свежие	1,16	0,11	0,05	0,04	0,26	0,22	1,05	0,05	0,02	0,02		

обусловлено большой интенсивностью в них биохимических процессов.

В стеблях дыни, как и у большинства других растений, содержится много калия, а также значительные количества фосфора. В корнях содержится много азота и значительные количества фосфора, что свидетельствует о наличии здесь интенсивного синтеза азотистых соединений. Обычно считает-

Таблица 200

Потребность растений дыни в элементах минерального питания при образовании 1 кг плодов по фону: 7 г N; 12 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 10 г K<sub>2</sub>O и 20 г CaO на растение

Форма азотного питания	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO	MgO
	<i>г на 1 кг плодов</i>				
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	3,50	1,72	6,88	4,95	1,05
NaNO <sub>3</sub>	2,54	1,37	4,40	5,27	0,87
	<i>Соотношения (N+P+K=100)</i>				
(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	28,8	14,1	57,1	41,0	8,7
NaNO <sub>3</sub>	30,6	16,4	53,0	63,5	10,5

ся, что аммоний является антагонистом калия и задерживает его поступление в растения, но у дыни при питании NaNO<sub>3</sub> все органы содержат значительно меньшие количества калия. Это можно объяснить особым действием натрия на содержание калия в растениях, поскольку натрий является не только антагонистом калия при поступлении его в расте-

ния, но и заменяет калий внутри растений в ряде его функций.

Питательные элементы, усвоенные растениями, получившими азотнокислый натрий, использовались значительно продуктивнее, чем растениями, получившими сернокислый аммоний (табл. 200).

В соотношении питательных элементов при нитратном питании увеличена доля азота и фосфора.

Проведенные опыты по внесению различных доз азота, фосфора и калия показали, что оптимальные дозы азота находятся в пределах 6—12 г на растение, фосфора 10—18 г и калия около 20 г. Оптимальное соотношение N : P : K в растении (см. табл. 200) близко к 30 : 15 : 55. Если принять во внимание коэффициенты использования, то это соотношение соответствует примерно 12 г N; 25 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 20 г K<sub>2</sub>O; по данным опытов, оптимальные дозы равны 12 г N; 18 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 20 г K<sub>2</sub>O.

В проведенных опытах максимальная доза фосфора равнялась 18 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> на одно растение. Если бы были испытаны более высокие дозы фосфора, то совпадение между соотношениями, устанавливаемыми по анализу растений и полученными в опыте, могло оказаться еще большим.

Необходимо также иметь в виду, что на результатах опытов сказывается и плодородие почвы.

На основании имеющихся материалов для богарных условий выращивания арбузов и дынь можно рекомендовать внесение около 30 т/га навоза или около 20 т/га перегноя и NPK в дозах от 45—60—45 до 60—90—60 кг/га. При выращивании тыквы дозы удобрений желательнее увеличить примерно в 1,5 раза.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ БАХЧЕВЫХ

### ПОСТУПЛЕНИЕ ВОДЫ В РАСТЕНИЕ

При изучении водного баланса бахчевых растений особенно важно иметь данные о количестве требуемой растением воды, которая вносится при поливах, и о количестве воды, испаряемой листьями, так как конституционная вода занимает ничтожную величину водного баланса растения.

Последними работами лаборатории бахчевых культур ВИР (Гордеева, 1962; Бессонова, 1962) установлены следующие величины испарения воды бахчевыми растениями (табл. 201).

Как видим, транспирация изменяется по годам в зависимости от условий выращивания. В более жаркие годы и на богаре она выше, количество воды, испаряемой растения-

**Количество воды, испаряемой бахчевыми  
растениями в условиях Средней Азии**

Год исследования	Условия выращивания	С 1 м <sup>2</sup> листовой поверхности в 1 час, г	С 1 га посева за сезон, т
На поливе			
1959	Дыни	233	1800
1959	Арбузы	363	2800
1959	Тыквы	460	2700
1960	Дыни	600	4800
1961	Дыни	900	7200
На богаре			
1959	Дыни	1000	1600
1960	Дыни	1500	3000
1960	Арбузы	1500	3000

ми, составляет большую часть водного запаса, испарение самой почвой составляет меньшую величину.

Поступление воды в растение осуществляется путем корневого всасывания из почвы. Оно определяется корневым давлением и сосущей силой листьев, обусловленной главным образом испарением. По данным А. И. Филова (1959), в условиях Средней Азии корневое давление у тыквенных в 10—50 раз ниже сосущей силы листьев.

Количество пасоки у бахчевых растений сильно колеблется в зависимости от условий года: при менее напряженных метеорологических факторах оно выше и в дневные часы в 2—3 раза больше, чем ночью.

Таблица 202

**Поступление пасоки у дыни сорта  
Ич-кзыл в зависимости от влажности  
почвы (см за 33 час: с 8 час  
до 17 час след. дня)**

Условия выращивания	По старопашке	После люцерны
Без полива	22	35,5
12-часовой полив	37,5	44
12-часовой полив с зимней влагозарядкой	46	—
48-часовой полив	65,5	61

Как показано Л. П. Бобковой (1964), при одинаковых метеорологических условиях количество пасоки тем больше, чем выше влажность почвы (табл. 202).

Имеются колебания в поступлении пасоки и по сортам, что связано с различной мощностью их корневой системы.

Корневая система у бахчевых растений всасывает большое количество

воды и поэтому отличается сильным развитием и большой



разветвленностью, которые очень зависят от водного режима почвы. Так, по данным Л. П. Бобковой (1964), через 10 дней после 12-часового полива корневая система дыни, выращиваемой в условиях недостаточной увлажненности почвы, развивалась в направлении источника влаги. Полив в течение 48 час создавал избыточное увлажнение, при котором корневая система через 10 дней развивалась в сторону, противоположную от поливной борозды. В переувлажненной почве корневая система начинает загнивать и вместо разветвлений образовывать мочки, а более мелкие корешки приобретают красную окраску от налета грибов рода фузариум.

Одной из причин гибели корневой системы от избыточного увлажнения является лизация корневых волосков. По данным А. И. Филова (1959), корневые волоски при переувлажнении лизируются уже через 2 суток, чего при умеренном увлажнении не наблюдается.

Оптимальная оводненность почвы не одинакова для разных сортов. Так, сорта дынь из низовьев Аму-Дарьи, где имеется постоянное подпочвенное орошение, и из китайской провинции Синь-цзянь при выращивании под Ташкентом образовывали корневую систему в 3—4 раза слабее, чем у других сортов. Необеспеченность растения мощным корневым аппаратом приводила к сплошному хлорозу этих сортов дынь и отсутствию у них плодоношения.

Различного водного режима почвы требуют также сорта, различающиеся по длине вегетационного периода и относящиеся к различным экологическим типам.

## СОДЕРЖАНИЕ ВОДЫ В ЛИСТЬЯХ

По данным Д. А. Сикстель (1935), к моменту цветения у обильно орошаемых растений дыни содержание воды увеличивается в первую половину дня и резко уменьшается к вечеру по сравнению с растениями, мало обеспеченными влагой. В конце вегетации у обильно оводненных растений содержание воды в листьях устойчиво увеличено.

В опытах, проведенных с некоторыми сортами арбуза в различных условиях выращивания (орошаемая бахча и богара в Средней Азии) было показано (Малинина, 1960; Гордеева, 1962; Бессонова, 1962), что общая оводненность листьев арбуза мало связана с недостатком или избытком воды в почве (табл. 203).

Из данных табл. 203 видно, что в условиях Средней Азии листья арбузов, как правило, содержат воды меньше, чем в Северном Казахстане. Это, очевидно, объясняется более высокой температурой и пониженной относительной влаж-

Содержание воды в листьях столовых арбузов  
(в % на сырой вес)

Сорт	Происхождение сорта	Условия выращивания		
		богара, 1960 г., Сев. Казахстан	богара, 1962 г., Ср. Азия	орошаемая бахча, 1962 г., Ср. Азия
Ранний Финнея	США	83	75	—
Американский белый	»	79	77	—
Ак-Чинны	Ср. Азия	81	—	71
Мраморный	Поволжье	80	80	77
Мелитопольский 142	»	79	72	75

ностью воздуха в Средней Азии, усиливающей отняtie от листьев свободной влаги.

Между поливными и богарными условиями резкой разницы в оводненности листьев не замечается.

Н. Г. Гордеева (1962) показала, что содержание воды в листьях значительно изменяется в течение суток, причем по-разному у различных сортов (табл. 204).

Таблица 204

Изменение содержания воды в листьях арбузов  
(в %) в течение дня

Название сорта	Происхождение сорта	Время дня, час			Потеря воды в течение дня
		7 час — 10 час	13 час — 15 час	17 час — 20 час	
Ак-Чинны	Ср. Азия	84	71	80	-4
Король Кубы	»	81	75	70	-2
Туркменский мраморный	»	80	75	75	-5
Мелитопольский 142	Поволжье	80	75	79	-1
Мраморный	Астрахань	78	77	78	0
Месячный	Д. Восток	77	75	85	+8
Красавчик	Поволжье	76	75	77	+1
Мелитопольский 143	»	76	75	77	+1
Крымский победитель	Крым	74	72	77	+3

Первые 5 сортов, за исключением Мелитопольского 142, происходят из поливных или более увлажненных районов. Из данных табл. 204 видно, что эта группа сортов значительно снижает оводненность листьев в середине дня и не возмещает ее вечером, образуя к концу дня водный дефицит.

Вторая группа более ксерофильных столовых сортов мало снижает содержание воды в середине дня и с избытком возмещает это снижение к вечеру.

Содержание воды в листьях дыни изучала Е. И. Бессонова (1962) на богаре и Н. Г. Гордеева (1962) в поливных условиях Средней Азии. На богаре было изучено свыше 50 сортов дыни. Оказалось, что процент воды в листьях у них сильно колеблется по сортам (от 43 до 89%), причем в более засушливом 1959 г. содержание воды в листьях было в среднем на 2—3% ниже, чем в 1960 г. Такие же колебания имели место и у гибридов дынь, а также арбузов. Большинство сортов дынь содержало в среднем 74—80% воды в листьях. Сортовой закономерности не было обнаружено.

В поливных условиях изучалось содержание воды в листьях у 26 сортов дыни. В этом случае были получены более однородные и закономерные данные (табл. 205).

Таблица 205

Содержание воды в листьях дыни (в %)

Сорт	Фазы вегетации					
	плетеобразование			цветение; 7—9 час	рост плодов; 7—9 час	созревание плодов; 7—9 час
	7—8 час	13—15 час	18—20 час			
Среднеазиатские	85,1	81,7	80,2	86,5	85,5	82,7
Малоазиатские	83,7	81,0	82,3	83,3	84,0	83,0
Европейские	86,5	82,1	81,9	83,6	85,5	80,9

В течение дня у растений дыни идет снижение оводненности листьев, причем компенсации ее к вечеру, как это было у арбузов, здесь не наступает. Компенсация происходит лишь в ночной период.

Сравнение оводненности листьев дыни в различные фазы вегетации показывает постепенное ее снижение и более резкое падение к моменту созревания. Закономерностей в сортовых различиях обнаружено не было. Общее содержание воды в листьях дынь на 5—8% выше, чем у арбузов.

Содержание воды в листьях тыкв изучалось Н. Г. Гордеевой (1962) в поливных условиях Средней Азии на 15 сортах (табл. 206).

Как видно из данных, представленных в табл. 206, у тыквы слабее изменяется оводненность листьев в течение дня, чем у арбуза и дыни.

Менее всего оводнены сорта у тыквы вида *C. moschata* и сугубо южные сорта вида *C. maxima* (Чалмовая 998 и Испанская). Среди разновидностей *C. pepo* имеются довольно большие различия, соответствующие их большим различиям по морфологическим признакам.

Кроме листьев значительные количества свободной воды содержат стебли, корни и плоды. В стеблях и корнях во-

Содержание воды в листьях тыкв (в %) в разное время суток

Вид тыквы	7—10 час	13 час—15 час 30 мин	17 час 30 мин— 20 час
<i>C. maxima</i>	77,1	74,6	74,4
<i>C. moschata</i>	73,1	69,0	72,7
<i>C. pepo</i>	77,0	79,8	77,6
Среднее по всем видам. . . . .	76,3	75,2	75,1

да находится в подвижном состоянии, а в плодах накапливается в течение их роста. Накопление воды в плодах идет главным образом в ночной период, когда отсутствует испарение из листьев.

Содержание связанной воды в листьях бахчевых в 1,5—3 раза меньше, чем свободной воды, и составляет 20—28% от общего содержания воды. Однако при длительной культуре определенных сортов в засушливых условиях в них возрастает процент связанной воды как приспособление к засухе.

### ТРАНСПИРАЦИЯ

Бахчевые испаряют больше воды, чем многие другие культурные растения. По данным Н. А. Максимова (1952), они имеют больший транспирационный коэффициент, чем такие культуры, как, например, сорго и кукуруза.

Сравнение величины транспирации у арбузов, дынь и тыкв было проведено Н. Г. Гордеевой (1962) в условиях полива на Среднеазиатской опытной станции. Данные были получены в период интенсивного роста плодов (табл. 207).

Как видно из данных табл. 207, бахчевые культуры не различаются резко по транспирации. По средним данным, утром у тыквы транспирация слабее, чем у арбузов и дыни, но сильнее в полдень и к вечеру.

Среди арбузов большая транспирация отмечается у кормовых, меньше — у сортов европейских степей и еще меньше — у всех сортов поливных и влажных районов, как более адаптированных к условиям Средней Азии. Однако суточный ход транспирации у последних более ровный; к вечеру величина транспирации снижается у них менее резко.

Органами выделения влаги у тыквенных являются главным образом устьица, а в начальном периоде развития еще и волоски опушения. На нижней стороне листьев устьиц в 2—3 раза больше, чем на верхней. Имеются они и на плодах.

Таблица 207

Величина транспирации у арбузов, дынь и тыкв, г/м<sup>2</sup> в час

Культура и сорт	7 час 30 мин— 10 час		13 час—15 час 30 мин		17 час 30 мин —20 час	
<i>Тыквы вида C. maxima</i>						
Испанская	337	753	367			
Волжская серая	551	508	373			
<i>Тыквы вида C. moschata</i>						
Кашгарская	293	777	551			
Витаминная	581	551	373			
<i>Тыквы вида C. pepo</i>						
Мозолеевская	446	618	474			
Кабачок Соусный	551	367	385			
Патиссон Белый	334	385	367			
Среднее . . . . .	427	567	384			
<i>Арбузы</i>						
Мелитопольский 142	558	367	245			
Любимец Флориды	337	490	264			
Мраморный	478	276	214			
Ак-Чинны	581	434	180			
Среднее . . . . .	461	404	224			
<i>Дыни</i>						
Заами	324	459	269			
Ич-кзыл	275	336	312			
Гуляби оранжевая	448	312	263			
Кустовая 11	618	434	251			
Яблочная	465	397	281			
Среднее . . . . .	454	415	278			

Таблица 208

## Количество устьиц у различных сортов арбузов (в поле зрения микроскопа при 125-кратном увеличении)

Название сорта	Происхождение сорта	Количество устьиц	
		на нижней стороне листа	на плодах
Мелитопольский 142	Южная степь	116	32
Мелитопольский 143	То же	91	38
Дисхим (кормовой)	»	91	38
Туркменский мраморный	Ср. Азия	86	48
Мраморный	Астрахань	81	51
Король Кубы	Азербайджан	79	42
Сяо Хун-цзер	Центр. Китай	76	79

Количество и размеры устьиц неодинаковы у различных бахчевых культур и сортов (Гордеева, 1962; табл. 208, 209).

Количество устьиц на нижней стороне листа уменьшается у сортов, выращиваемых в поливных районах и в районах

Количество устьиц у различных видовых сортов тыкв  
(в поле зрения микроскопа при 125-кратном увеличении)

Название видов и сортов	Происхождение	Количество устьиц	
		на нижней стороне листа	на плодах
<i>C. moschata</i>			
Кашгарская	Степной Китай	636	147
Витаминная	Колумбия	506	120
<i>C. maxima</i>			
Волжская серая	Поволжье	306	50
Испанская	Испания	240	90
<i>C. pepo</i>			
Бирючукская 735	Украина	560	193
Патиссон	»	547	64
Кабачок	»	386	82
Мозолеевская	»	374	177

с высокой воздушной влажностью. Это явление не отмечается у плодов, так как у них густота устьиц зависит от быстроты растягивания плода на последних фазах вегетации, т. е. от зрелости сорта.

Наиболее богаты устьицами представители вида *C. moschata*. Однако количество устьиц у тыкв, так же как и у арбузов, зависит не столько от вида, сколько от влажности района происхождения и фазы вегетации. Поздние сорта тыквы, например Чалмовая и Черкесская, имеют большее количество устьиц, чем ранние сорта (Мозолеевская, Кабачок) или сорта поливных районов (Испанская, Алашехирская).

Количество устьиц у дыни больше, чем у арбузов, и меньше, чем у тыквы; число их у поздних сортов больше, чем у ранних, независимо от ботанической разновидности.

В среднем размеры устьиц у тыквенных следующие: у арбузов 0,090 мм, у дынь 0,065 мм, у тыкв 0,027 мм; т. е. у дынь они почти в 2,5 раза крупнее, чем у тыкв, а у арбузов в 1,5 раза крупнее, чем у дынь. Эти соотношения почти равны обратным соотношениям количества устьиц у каждой культуры, отчего общая площадь, занятая устьицами, относительно площади листовой поверхности приблизительно одинакова.

Степень открытия устьиц зависит от содержания углеводов в замыкающих клетках, а также от количества свободной воды в листьях.

Различная водообеспеченность растения, по данным Д. А. Сикстель (1935), вначале не отражается на динамике устьиц и лишь в середине вегетации начинают проявляться сортовые различия, связанные с различной влаголюбивостью

сортов. В конце вегетации наблюдается подавленность устьичной транспирации при недостаточном орошении и интенсивная транспирация влаги устьицами при более обильном орошении.

Интересны данные Д. А. Сикстель о поведении устьиц в момент полива холодной водой. Сразу же после полива устьица быстро закрываются и начинают нормально функционировать только через 1—2 часа после полива. Шок, вызываемый поливом, сильнее отражается на более влаголюбивых сортах дыни.

Установлены следующие типы устьичных движений у бахчевых культур при выращивании в условиях полива в Средней Азии.

Обычно при нормальном водоснабжении устьица полностью открываются утром, в полуденный период закрываются или сильно суживаются, а к вечеру снова открываются.

Среднеазиатские сорта у себя на родине имеют несколько иной тип устьичных движений. У них с утра устьица открыты или значительно приоткрыты; к полудню они сильно сужаются или закрываются, не раскрываясь до следующего утра.

Имеется и третий тип устьичного движения, когда устьица мало активны или постоянно сильно сужены в течение всего дня. Из арбузов устьичными движениями этого типа характеризуются сорта Мелитопольский 143, Малоазиатский; из дынь — Зимовка яблочная, Алтайская; из тыкв — Мозолевская, Черкесская.

Близким к третьему типу устьичного движения является четвертый тип, когда устьица закрыты или сильно сужены утром и в полдень, а к вечеру открываются шире. Водный баланс позволяет сортам, для которых характерен этот тип устьичного движения, транспирировать только при сниженном напряжении метеорологических факторов. Среди среднеазиатских тыкв таких сортов не обнаружено, а из ино-районных этот тип устьичных движений имеют скороспелые сорта.

Пятый тип устьичного движения характеризуется тем, что устьица утром закрыты или сильно сужены, в полдень раскрываются шире, а к вечеру снова суживаются. Этот тип устьичного движения редко встречается на поливе. Сорта, для которых характерен этот тип устьичного движения, происходят из районов высокого увлажнения (арбуз Любимец Флориды, тыквы Японская и Кит); сортов дынь с таким поведением устьиц не обнаружено. Данный тип устьичных движений характерен для богарных условий.

В поливных условиях устьица открыты шире, чем в богарных, что показано М. И. Малининой (1960) в условиях Приаральской опытной станции (табл. 210).

Таблица 210

## Степень открытия устьиц у арбузов в поливных и богарных условиях

Условия выращивания	Сорт арбуза	Состояние устьиц в различное время суток		
		7 час	10 час	12 час
Богара . . .	Столовый Мелитопольский 143 Кормовой Азовский пудовик	приоткр. откр.	приоткр. »	закр. »
Полив . . .	Столовый Мелитопольский 143 Кормовой Азовский пудовик	» »	» откр.	откр. »

Характерная для сорта динамика раскрытия устьиц изменяется также в зависимости от фаз вегетации растения. Устьичные движения в поливных условиях Средней Азии в различные фазы вегетации изучала Н. Г. Гордеева (1962; табл. 211).

Таблица 211

Степень открытия устьиц у разных экологических типов дынь  
в различные фазы вегетации в условиях Средней Азии  
(учет производился в полдень)

Экотипы дынь	Состояние устьиц в фазе:			
	плетеобра- зования	цветения	начала плодоно- шения	плодоно- шения
Среднеазиатские дыни:				
зимние . . . . .	откр.	приоткр.	закр.	откр.
летние . . . . .	»	закр.	»	»
ранние . . . . .	»	»	»	закр.
Малоазиатские дыни	»	»	»	»
Европейские дыни:				
зимовки . . . . .	»	приоткр.	приоткр.	приоткр.
летние . . . . .	»	»	откр.	закр.
скоропелки . . . . .	»	»	приоткр.	»
канталупы . . . . .	»	»	закр.	откр.
Змеевидная дыня—тарра . . . . .	»	»	приоткр.	приоткр.

В первый период развития растений дыни у всех ее экотипов устьица открыты в течение всего дня, в том числе и в полдень. Начиная с фазы цветения почти все среднеазиатские дыни закрывают устьица в полдень, а у инорайонных экотипов устьица приоткрыты.

У тыкв степень открытия устьиц нижней и верхней поверхности листа не различается. У дыни устьица верхней половины листа суживаются чаще, чем устьица нижней поло-



вины. Наибольшие различия имеют место у арбузов: здесь устьица верхней половины листа обычно сильно сужены или закрыты, в то время как устьица нижней половины листа чаще открыты или приоткрыты.

Таким образом, различия динамики раскрытия устьиц у различных культур в большей степени связаны с экологической приспособленностью сортов и фазами вегетации, чем с видовыми различиями.

У тыквенных волоски опушения также являются органами выделения влаги, особенно на молодых наружных тканях растения (Филов, 1961). Здесь волоски расположены столь густо, насколько возможно, чтобы обеспечивать максимальное испарение. Почти каждая клеточка у тканей волосков имеет наружную выпуклость, как бы стремясь быть волоском. С возрастом тканей волоски редеют и теряют свои функции, которые в основном переходят к устьицам.

По густоте волосков можно судить о сравнительной степени испарения у разных видов тыквенных и их отдельных органов. У арбузов и дынь сильнее опушены завязи, в меньшей степени — побеги, и еще слабее — листья. У тыкв, наоборот, завязи опушены слабее других органов.

Опушение в значительной степени зависит от климатических условий. У арбузов и дыни условия выращивания сказываются на опушении завязей, у тыкв — главным образом на опушении листьев. Изменяется густота волосков, их длина, ширина основания. Густое короткое опушение является следствием сухого климата. Оно встречается у диких степных тыкв и у арбуза колоцинта. Длинные волоски, наоборот, характеризуют гигрофильность растения. Иногда длинные волоски создают впечатление густого опушения, но истинное более густое опушение обычно характеризуется короткими волосками. Наконец, волоски с расширенным основанием, переходящие в шипы и даже колючки, встречаются у растений климатических зон с неустойчивым увлажнением и пониженной температурой. Таким опушением обладает твердокорый вид тыквы *C. pepo*.

Длинные тонкие волоски представляют собой хорошие капилляры, приспособленные к испарению в более влажных районах. Волоски с расширенным многоклеточным основанием являются органами принудительного выделения влаги, часто в капельножидком виде.

Кроме опушения, с водным режимом связаны и некоторые другие признаки. Так, изрезанность и выемчатость пластинки листа является приспособлением к уменьшению испарения. Это имеет место у арбузов, у большинства диких видов *Cucumis* и в некоторой степени у тыквы *C. pepo*. Характерно, что из трех видов арбузов наибольшая выемчатость листьев наблюдается у дикорастущего *C. colocynthis*

L., который является пустынным ксерофитом, а самая слабая выемчатость наблюдается у кормового арбуза. По этому признаку, а также по наиболее длинным волоскам опушения, последний относится к наиболее гигрофильным из всех видов арбуза. Столовый арбуз занимает промежуточное положение.

У некоторых форм тыква из более влажных районов, в особенности у *C. moschata*, наблюдается белая пятнистость листьев. Эти белые пятна имеют треугольную форму и располагаются в углах между двумя жилками верхней половины листа. Такие пятна вначале принимали за «аэрацию», т. е. за очертания воздушных полостей над эпидермисом. Позднее оказалось, что это обесцвеченные участки листовой паренхимы. Близость сосудов главных жилок листа заставляет предполагать влияние избыточного увлажнения на это обесцвечивание. Таким образом, белые пятна листьев указывают на повышенную гигрофильность растений данного экотипа.

На плодах дыни до их полного созревания часто можно видеть мелкую крапчатость на зеленом фоне, такую же, какая имеется и на плодах огурца. Это следы устьиц, точнее — очертания устьичных резервуаров под эпидермисом. Эти резервуары насыщены парами, подготовленными растением для испарения. Более мелкие пятна указывают на более высокую ксерофильность растения и наоборот.

Ксероморфное строение характеризуется также уменьшением размеров клеток листьев, увеличением количества устьиц на единицу площади и преобладанием столбчатой паренхимы. По данным М. И. Малининой (1960), сорта арбузов из различных экологических зон отличаются по этим признакам довольно сильно.

О разном водном режиме тыквенных растений свидетельствует также различная мощность сосудистых пучков плода. Среди дынь наибольшей мощностью пучков обладают летние среднеазиатские дыни. Следствием этого является большая упругость их мякоти, которая становится хрустящей. Очевидно, такое строение вызывается повышенным напряжением водного обмена в наиболее жаркий период вегетации, когда эти дыни формируют плоды. Наоборот, образование сочной мякоти, с более слабыми пучками наблюдается, например, у ранних среднеазиатских дынь — хандаяков, формирующихся в менее жаркий весенне-летний период.

Внутреннее строение плодов коррелирует с их формой, которая у хрустящих среднеазиатских дынь, как правило, бывает веретеновидной или удлиненной яйцевидной, а у сочных — шаровидной.

Веретеновидность формы и мощность сосудов связаны с наличием более крупной полости плодов. Сочнотающие шаровидные плоды обладают меньшей полостью или она совсем

отсутствует (например, у кассаб). Таким образом, форма плода и размер полости косвенно указывают на характер водного обмена у данного экотипа дыни.

Для водного режима растений важнейшее значение имеют также концентрация клеточного сока и его осмотическое давление.

Концентрация клеточного сока листьев и осмотическое давление играют большую физиологическую роль и являются показателями засухоустойчивости растений. М. И. Малинина (1960) изучала осмотическое давление у арбузов на богаре Приаральской опытной станции при выращивании в различных условиях (в 1958 г. с недостаточным количеством влаги в почве и в 1959 г. с повышенным содержанием влаги).

Таблица 212

Осмотическое давление (в *атм*, в 12—13 час) у молодых листьев различных сортов арбузов при выращивании на богаре

Название сорта	Происхождение сорта	1958 г.	1959 г.
Мелитопольский 143 . . . . .	Поволжье	11,6	9,5
Американский белый . . . . .	США	11,4	9,6
Мраморный . . . . .	Болгария	10,0	10,1
Хаит-кара . . . . .	Ср. Азия	10,0	10,1
Сигув . . . . .	Китай	10,0	8,3
Байрачский . . . . .	Ср. Азия	10,0	7,8
Херсонский 13 (кормовой) . . . . .	УССР	9,1	7,8
Азовский пудовик » . . . . .	«	8,0	8,5

Как видно из табл. 212, клетки кормовых арбузов обладают меньшим осмотическим давлением, чем столовых.

Более мезофильные китайские и среднеазиатские поливные сорта арбузов по осмотическому давлению уступают сортам степного неполивного земледелия.

По данным Н. Г. Гордеевой (1960), у клеток различных сортов тыквы осмотическое давление колеблется утром в пределах 7,4—11,6 *атм*; в полдень 7,2—13,5; вечером 4,8—12 *атм*. Наибольшим осмотическим давлением обладают клетки тыквы сорта Черкесская.

Осмотическое давление в листьях дыни в условиях полива (Гордеева, 1962) колеблется в зависимости от сорта от 5,4 до 14 *атм* с повышением в полдень во время прохождения фазы плетеобразования (табл. 213).

У дыни осмотическое давление может достигать более высоких пределов, чем у арбуза и тыквы. Особенно велико оно в фазе начала плодоношения. В течение суток осмотическое давление повышается в полдень в связи с усилением испарения.

Осмотическое давление в листьях дынь в различные фазы вегетации  
(в атм)

Типы дынь	Фазы вегетации и время измерения					
	плетеобразование			цветение; 13—15 час	плодоно- шение; 13—15 час	созревание; 13—15 час
	7—9 час	13—15 час	18—20 час			
Среднеазиатские . . . . .	9,6	12,3	10,1	10,0	13,2	10,3
Малоазиатские . . . . .	9,9	12,8	9,3	9,8	10,8	12,4
Европейские . . . . .	8,9	11,2	9,5	11,0	14,2	10,8
<i>Среднее . . . . .</i>	<i>9,5</i>	<i>12,1</i>	<i>9,6</i>	<i>10,3</i>	<i>12,7</i>	<i>11,2</i>

Отмечено, что в фазе плетеобразования осмотическое давление в среднем выше у местных среднеазиатских дынь и у кассаб, а начиная с фазы цветения осмотическое давление становится самым высоким у европейских сортов.

#### ВЛИЯНИЕ УСЛОВИЙ ОРОШЕНИЯ НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И КАЧЕСТВО УРОЖАЯ БАХЧЕВЫХ РАСТЕНИЙ

Бахчевые растения засухоустойчивы. Они способны переносить как низкую относительную влажность воздуха, так и недостаток влаги в почве. Несмотря на это, бахчевые культуры очень отзывчивы на применение поливов, особенно тыква, являющаяся наименее засухоустойчивой культурой семейства *Cucurbitaceae*. У тыквы сильнее развита листовая поверхность и корневая система, чем у арбузов и дынь, благодаря чему при достаточном количестве влаги в почве эта культура может дать урожай в 2—3 раза выше, чем арбуз и дыня. В условиях же засухи чрезмерный расход влаги мощной листовой поверхностью может привести к полной гибели урожая.

Несмотря на засухоустойчивость арбузов, дынь и тыквы, высокие и устойчивые урожаи этих культур можно получать, лишь применяя поливы, особенно при сочетании поливов с применением минеральных удобрений (Белик, 1956, 1957; Упит, 1959; Белик, Упит и др., 1959). Поэтому не случайно, что в засушливых районах Средней Азии, Закавказья, Астраханской и других областей бахчевые выращивают, как правило, применяя орошение.

В условиях орошения происходит более мощный рост ассимиляционной поверхности, увеличивается потребление воды растениями, что способствует резкому повышению их урожая.

Например, в опытах И. Э. Упит (1959), проведенных на Быковской бахчевой опытной станции в Волгоградской об-

ласти, в средневлажном 1952 году расход воды растениями арбуза (сорт Мелитопольский 142) без полива составил  $1964 \text{ м}^3/\text{га}$ , а при 6 поливах —  $2640 \text{ м}^3/\text{га}$ . Урожай плодов в первом случае был равен  $123 \text{ ц}/\text{га}$ , во втором —  $221 \text{ ц}/\text{га}$ . В острозасушливом 1954 году разница была еще контрастнее: без полива потребление воды растениями арбуза было равно  $742 \text{ м}^3/\text{га}$ , а урожай плодов практически отсутствовал ( $13 \text{ ц}/\text{га}$ ); при поливе расход воды составил  $2773 \text{ м}^3/\text{га}$ , а урожай составил  $164,5 \text{ ц}/\text{га}$ .

По данным И. Э. Упит (1959), количество потребляемой воды бахчевыми растениями зависит не только от условий увлажнения почвы, оно изменяется также и в течение вегетации (табл. 214).

Таблица 214

Среднесуточное потребление воды арбузами в различные фазы вегетации при различном водном режиме почвы

Фазы вегетации	Продолжительность фаз вегетации, дни	Потребление воды, $\text{м}^3/\text{га}$ в сутки	
		без полива	три полива
От всходов до образования плетей	24	14,6	17,3
Рост вегетативной массы . . . . .	22	15,1	31,0
Рост плодов . . . . .	30	32,0	35,0
Плодоношение . . . . .	37	7,4	19,4

Как видно из табл. 214, наибольшее количество воды потребляется растениями арбузов в период усиленного роста вегетативной массы и плодов, что позволяет считать этот период критическим в смысле потребности растений в воде. Недостаток воды в этот период ведет к резкому снижению урожая плодов.

Поливная вода используется бахчевыми культурами более экономно в условиях орошения, чем в богарных, неполивных условиях. Об этом говорит тот факт, что при орошении отношение расхода воды (в  $\text{м}^3$ ) к урожаю (в  $t$ ) значительно ниже, чем без применения поливов. Так, в опытах И. Э. Упит в 1953 г. с сортом арбуза Мелитопольский 142 это соотношение было равно  $159,5 \text{ м}^3/t$  при выращивании без полива и  $119,4 \text{ м}^3/t$  при пяти поливах. В сильно засушливый 1954 год различия были еще резче ( $570,8$  и  $168,5 \text{ м}^3/t$  соответственно).

И. Э. Упит считает, что для получения высоких и устойчивых урожаев арбузов в условиях Заволжья Волгоградской области необходимо поддерживать влажность почвы в слое  $0-30 \text{ см}$  не ниже  $70\%$  от полной полевой влагоемкости. Запасы влаги в почве ниже  $48\%$  полевой влагоемкости яв-

ляются, по ее мнению, критическими в смысле получения высокого урожая. Правда, при этом И. Э. Упит не учитывает различной потребности растений в воде в различные фазы вегетации (см. табл. 214). Однако в среднем эти величины могут являться исходными данными при практическом решении вопросов орошения.

Не только различные культуры, но и различные сорта в разной степени отзывчивы на применение поливов. Имеется ряд сортов, которые сильно реагируют на орошение как изменением величины урожая, так и качеством получаемых плодов. В то же время некоторые сорта, резко повышая урожай при поливах, лишь в незначительной степени изменяют химический состав плодов (Арасимович, 1935, 1938, 1966).

С целью выявления реакции различных сортов бахчевых культур на поливы, на Бирючукотской овощной станции в Ростовской области В. Ф. Белик, М. И. Подмогаева и С. А. Сазанова (1965) в течение ряда лет проводили испытания при различных условиях увлажнения почвы. В испытаниях находились основные районированные и некоторые новые сорта бахчевых культур.

Приведем здесь некоторые данные этих опытов, проведенных в 1953—1954 гг., которые характеризовались недостаточным количеством осадков. В 1953 г. был проведен один предпосевной и два вегетационных полива: в фазе образования плетей и в период *цветение—начало образования плодов* с поливной нормой 300—400 м<sup>3</sup>/га. В 1954 г. был проведен один полив в период начала цветения с поливной нормой 350 м<sup>3</sup> га.

Среди арбузов наиболее отзывчивыми на орошение оказались среднеспелые сорта, такие, как Мелитопольский 142, Багаевский мурашка 747/749, Ажиновский 5 и др., которые даже при 1—3 поливах дали прибавку в урожай до 85%. Раннеспелые сорта Любимец хутора Пятигорска 286, Дынный лист, Донской 39 реагировали на поливы слабее, поскольку благодаря своей скороспелости они успевали хорошо развиться за счет зимне-весенних запасов влаги, и летний засушливый период уже не мог оказать на них сильного отрицательного действия.

Существенное отрицательное влияние оказало орошение на химический состав плодов арбузов (табл. 215).

Как видно из данных табл. 215, почти у всех сортов под влиянием поливов снижается содержание сухих веществ и сахаров, причем у позднеспелых сортов наблюдается более сильное снижение, чем у скороспелых. Содержание витамина С в плодах большинства сортов (особенно позднеспелых) под влиянием орошения повышается.

Аналогичные данные по снижению сахаристости плодов арбузов под влиянием орошения получены И. Э. Упит (1959).

## Влияние орошения на химический состав плодов различных сортов арбузов

Сорт	Сухое вещество, %		Общий сахар, %		Витамин С, мг %	
	полив	без полива	полив	без полива	полив	без полива
Любимец хутора Пятигорска 286	10,0	11,2	8,74	9,79	8,64	14,12
Дынный лист	9,8	10,0	8,37	9,25	7,81	12,72
Донской 39	10,0	11,4	10,24	10,96	14,47	13,33
Ажиновский 5	9,0	9,0	8,59	8,56	7,81	6,14
Брючечутский 775	8,0	9,6	6,91	8,53	10,26	10,61
Багаевский мурашка 747/749	9,0	10,2	7,81	8,56	9,56	6,75
Брючечутский 823	8,2	10,2	7,14	8,79	6,75	4,91
Мелитопольский 142	9,0	10,4	7,94	8,66	6,75	2,72

Наряду с этим из ее данных можно сделать вывод о том, что при сочетании орошения с внесением повышенных доз минеральных удобрений можно избежать снижения содержания сахаров в плодах, что наблюдается при орошении. Кроме того, орошение, применяемое до образования плодов, вызывает меньшее снижение сахара (или даже совсем не снижает его количества), чем орошение, проводимое в период плодоношения. Дыни также реагируют на орошение, несмотря на высокую засухоустойчивость (табл. 216).

Таблица 216

## Влияние орошения на урожайность и качество плодов различных сортов дынь

Название сортов	Урожай, ц/га		Общий сахар, %				Витамин С, мг %	
	1953 г.		1954 г.		1953 г.		1953 г.	
	ороше-ние	без ороше-ния	ороше-ние	без ороше-ния	ороше-ние	без ороше-ния	ороше-ние	без ороше-ния
Кустовая 11	144,5	88,0	6,84	10,10	7,25	6,43	44,83	39,73
Колхозница 749/753	141,4	78,1	11,89	11,89	12,27	11,12	48,64	55,61
Дочь колхозницы	162,1	107,1	10,93	11,35	9,75	9,79	49,91	42,81
Оригинальная 46	172,7	113,9	11,89	11,85	12,10	—	61,31	45,17
Бронзовка К-3	159,4	121,6	12,76	12,60	—	—	28,56	27,37
Доно-Кубанская 150	187,1	127,5	12,18	11,52	11,55	11,06	44,44	40,75

Как видно из табл. 216, в 1953 г. орошение резко повысило урожай всех сортов дынь. В 1954 г., когда был проведен всего лишь один полив, эффективность орошения также была высокая.

Химический состав плодов дынь более устойчив, чем у арбузов. У большинства сортов не было отмечено снижения

содержания общего сахара и сухого вещества в плодах под влиянием орошения, а в 1954 г. при одном поливе наблюдалось даже повышение сахаристости плодов. Содержание аскорбиновой кислоты в плодах дыни, так же как и в плодах арбузов, под влиянием орошения, как правило, повышалось.

Тыква как наименее засухоустойчивая культура в семействе тыквенных наиболее сильно реагировала на поливы, резко повышая при этом урожайность (табл. 217).

Таблица 217

**Влияние орошения на урожайность и качество плодов различных сортов тыквы (данные 1953 г.)**

Название сорта	Урожай, ц/га		Общий сахар, %		Витамин С, мг %	
	ороше- ние	без ороше- ния	ороше- ние	без ороше- ния	ороше- ние	без ороше- ния
Мозолеевская 49 . . . . .	223,5	125,1	6,80	7,47	8,75	6,58
Миндальная 35 . . . . .	304,5	152,6	7,07	7,85	8,30	4,38
Бирючукская 27 . . . . .	265,7	198,4	6,38	6,75	9,21	6,84
Волжская серая 92 . . . . .	264,0	181,3	8,69	7,48	13,24	10,08
Бирючукская 628 . . . . .	194,0	155,3	6,43	7,70	6,84	13,11

Как видно из табл. 217, прибавка урожая в результате орошения у некоторых сортов достигала почти 100%. Самая малая прибавка была у сорта Бирючукская 628, но и она составила 24,9%.

Особенно показательным был 1954 год. В результате тяжелой засухи этого года, очень высоких температур и низкой относительной влажности воздуха в период цветения оплодотворения и завязывания плодов в неполивных условиях не произошло, и урожая совсем не было получено. Проведение только одного полива в период начала цветения улучшило водный режим почвы и микроклимат вокруг растений (полив понизил температуру и повысил относительную влажность воздуха), что благоприятствовало процессу опыления и оплодотворения и обеспечило получение вполне удовлетворительного урожая.

Урожай различных сортов тыквы составил в этих условиях 142,2—290,0 ц/га.

Так же как и у других тыквенных культур, у большинства сортов тыквы под влиянием орошения содержание общего сахара в плодах несколько снизилось, а содержание аскорбиновой кислоты повысилось.

Таким образом, бахчевые культуры резко реагируют на орошение: рост растений усиливается, значительно повышается урожайность и витаминность плодов. Происходящее



при этом небольшое снижение сахаристости плодов несколько ухудшает их качество. Но это отрицательное влияние орошения может быть ослаблено и даже устранено правильной организацией орошения (сроки, нормы полива), а также умелым применением минеральных удобрений.

Наиболее сильно снижают сахаристость плодов поливы, проводимые в течение всей вегетации. Если же проводить поливы до завязывания плодов, особенно при правильном применении минеральных удобрений, то содержание сухих веществ и сахаров в плодах не только не снижается, а в ряде случаев повышается. Так, в опытах И. Э. Упит (1959) при выращивании столового арбуза без полива и без удобрений содержание сахара в плодах было равно 6,6%, при выращивании без полива, но с внесением минеральных удобрений ( $N_{60}P_{60}K_{60}$ ) — 7,1%. При проведении пяти поливов в течение всей вегетации и внесении удобрений в дозе  $N_{60}P_{90}K_{90}$  плоды содержали 6,7% сахара; при пяти поливах и дозе удобрений  $N_{120}P_{180}K_{120}$  количество сахара снижалось до 5,9%, а при двух поливах, проведенных до завязывания плодов с внесением удобрений в дозе  $N_{60}P_{90}K_{60}$ , количество сахара в плодах достигало 7,4%. Е. В. Успенской (1959) показано, что частые поливы дынь в течение всей вегетации также приводят к снижению содержания сахаров в плодах. При более жестком водном режиме сахаристость плодов бывает выше.

## ВЛИЯНИЕ ВНЕШНИХ УСЛОВИЙ НА НЕКОТОРЫЕ БИОХИМИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

Как показали опыты, проведенные в условиях Московской области (Белик, Соломина, 1965), изменение длины вегетационного периода под влиянием метеорологических факторов (прежде всего температуры) сопровождается изменениями физиолого-биохимических процессов в растениях.

В частности, в условиях открытого грунта происходит более интенсивное накопление аскорбиновой кислоты, чем при выращивании растений в более благоприятных в температурном отношении условиях закрытого грунта (табл. 218).

Судя по полученным данным, можно предположить, что аскорбиновая кислота играет в растении защитную роль при неблагоприятных условиях, выражающуюся в том, что при пониженной температуре в растениях изменяется обмен веществ в сторону усиления синтеза аскорбиновой кислоты.

Что касается содержания хлорофилла в листьях арбузов и дынь при различных условиях выращивания, то здесь наблюдалась несколько иная картина. У арбуза (менее холодостойкая культура) при неблагоприятных температурных условиях открытого грунта синтез хлорофилла происходил слабее, чем в парниках. У дыни такой закономерности не отмечено, что связано с более высокой холодостойкостью этой культуры.

Сухого вещества и сахаров в листьях, как правило, было больше у растений, которые выращивались в открытом грунте, чем у растений, выращенных в парниках, что, по-видимому, является результатом усиленного в первом случае процесса фотосинтеза, что связано с более благоприятными условиями освещения. При выращивании в открытом грунте отмечена также тенденция к усиленному накоплению в листьях растений общего азота.

## Влияние условий выращивания на некоторые биохимические особенности растений различных сортов дыни и арбуза

Сорт	Условия выращивания	Содержание в листьях					
		аскорбиновой кислоты, мг% на сырое вещество		хлорофилла, % на сухое вещество	сухого вещества, %	общего сахара, % на сухое вещество	общего азота, % на сухое вещество
		восста-новл. формы	восста- + новл. окисл. формы				
Дыня Грунтовая грибовская	Открытый грунт	99,8	167,9	1,19	15,89	1,43	0,45
Дыня Новинка Дона	Открытый грунт Парник	88,6	154,7	0,99	14,04	1,89	0,45
		52,4	124,4	0,64	13,88	1,43	0,38
Арбуз Донской 39	Открытый грунт Парник	147,8	148,9	0,32	19,99	8,95	0,37
		114,9	118,1	0,69	18,19	7,10	0,36
Арбуз Гибрид 21	Открытый грунт Парник	141,7	146,6	0,50	—	4,97	0,37
		112,6	121,5	0,70	—	3,50	0,28

В процессе индивидуального развития растений изменяется и их химический состав. В этом отношении представляют интерес исследования Кюльпеппера (Culpeper, 1937), изучавшего изменения химического состава различных частей кустовой фистончатой тыквы вида *C. pepo* в зависимости от возраста. Автор установил, что содержание воды наиболее высокое в семядолях; в стебле, цветках и плодах воды меньше; еще меньше воды содержится в листовых пластинках. Содержание воды уменьшалось в листовых пластинках с увеличением возраста. В стебле и семядолях существенных изменений в содержании воды в зависимости от возраста не наблюдалось. В плодах содержание воды увеличивалось до 20-дневного возраста, а затем к концу вегетации постепенно снижалось. Наиболее высокое содержание общего сахара и полисахаридов наблюдалось в плодах; самое низкое количество сахаров отмечено в листовых пластинках, а полисахаридов — в семядолях. С возрастом во всех органах, кроме плодов, содержание углеводов снижалось. В плодах в молодом возрасте шло накопление сахаров, а в период старения в конце вегетации их количество снижалось.

У неодинаковых по скороспелости сортов при различных сроках посева (а следовательно, при выращивании растений в условиях различного напряжения метеорологических фак-

торов) по-разному идут биохимические процессы, что выражается в неодинаковом характере изменений биохимического состава листьев в процессе роста и развития растений. Так, в опытах Н. А. Бывших (1953) со скороспелым сортом арбуза Стокса и позднеспелым сортом Мелитопольский 142 было установлено, что в процессе старения растений арбузов в их листьях происходит нарастание количества сухого вещества и органических кислот, повышение активности каталазы, содержания сахаров и небелкового азота и снижение содержания общего азота; увеличивается отношение сахара к общему азоту (табл. 219).

Таблица 219  
Возрастные изменения химического состава у листьев арбузов

Фаза вегетации	Сорт	Сухое вещество, %	Органические кислоты в пересчете на яблочную кислоту, %	Активность каталазы в мл O <sub>2</sub> за 6 мин на 1 г материала	Общего сахара, % на сухой вес	Азота, % на сухой вес		Отношение сахар:общий азот
						общего	белкового	
Начало цветения	Стокса	10,3	0,28	8,0	3,39	4,77	0,30	0,77
	Мелитопольский 142	10,5	0,30	5,8	2,99	5,05	0,29	0,59
Начало созревания плодов	Стокса	11,1	0,42	14,5	5,81	3,38	0,39	1,72
	Мелитопольский 142	11,3	0,43	7,9	5,23	3,85	0,33	1,37

Как видно из данных, приведенных в табл. 219, более скороспелый сорт Стокса имел повышенную активность каталазы и пониженную активность пероксидазы, более высокое содержание сахаров и меньшее количество общего и белкового азота в сравнении с позднеспелым сортом Мелитопольский 142. Отношение *сахар:общий азот* у сорта Стокса было выше, чем у Мелитопольского 142.

При поздних сроках посева, когда растения росли в условиях более высокой температуры и меньшей влажности почвы и воздуха, чем при раннем севе, в листьях растений наблюдалась повышенная активность ферментов (каталазы и пероксидазы), пониженное содержание сухих веществ, общего азота и белка и повышенное содержание сахаров, главным образом редуцирующих, в результате чего отношение *сахар:общий азот* возрастало. При этом у растений наблюдалось ускоренное развитие: цветение у растений сорта Стокса наступило на 9 дней раньше, а у растений сорта Мелитопольский 142 на 13 дней раньше, чем при раннем севе. На основа-

нии этих данных можно считать, что повышенное отношение сахар:общий азот является специфическим признаком, характеризующим скороспелость сортов у арбузов.

Различия в химическом составе отдельных органов растений одного и того же сорта в ряде случаев являются значительно большими, чем сортовые и даже видовые различия химического состава одноименных органов. Так, в опытах по изучению видовых различий некоторых сортов тыкв, проведенных в условиях Ростовской области (Белик, Подмогаева, 1961), было установлено, что по содержанию сахаров растения различных видов тыквы близки между собой (табл. 220). Между тем различные органы растений резко отличаются друг от друга по этому показателю. Наиболее высокое содержание сахаров имеют плоды тыквы (5,81—9,39%). В их состав-

Таблица 220

Содержание физиологически активных веществ в различных органах разных видов тыквы

Вид	Сорт	Сухое вещество, %	Общий сахар, %	Моносахара, %	Сахароза, %	Аскорбиновая кислота, мг%	Каротин, мг %	
<i>В листьях, фаза цветения</i>								
<i>C. maxima</i>	Медовая белая 611	11,0	0,49	0,25	0,23	133,23	—	
<i>C. pepo</i>	Кустовая 39	10,0	0,24	0,17	0,07	139,62	—	
<i>C. moschata</i>	Бирючукская 644	10,0	0,65	0,65	0,00	138,24	—	
<i>В рыльцах женских цветков</i>								
<i>C. maxima</i>	Медовая белая 611	6,8	1,35	1,32	0,03	16,68	7,28	
<i>C. pepo</i>	Кустовая 39	6,8	1,49	1,38	0,10	46,40	6,24	
<i>C. moschata</i>	Бирючукская 644	5,0	1,89	1,87	0,02	59,94	11,44	
<i>В пыльце</i>								
<i>C. maxima</i>	Медовая белая 611	14,8	1,66	1,66	0,00	69,12	14,56	
<i>C. pepo</i>	Кустовая 39	12,5	2,05	2,05	0,00	54,44	22,88	
<i>C. moschata</i>	Бирючукская 644	16,0	2,24	2,24	0,00	82,28	16,12	
<i>В плодах</i>								
<i>C. maxima</i>	Медовая белая 611	9,71	6,76	3,71	2,90	19,05	4,51	
»	»	Волжская серая 92	11,13	7,05	3,30	3,56	13,81	4,16
»	»	Новочеркасская 82	12,96	9,39	2,94	6,04	23,05	7,01
<i>C. pepo</i>	Мозолеевская 49	9,41	6,51	2,48	3,43	9,22	—	
»	»	Миндальная 35	9,82	7,21	2,71	4,29	10,92	5,89
»	»	Кустовая 39	8,58	5,81	2,62	3,04	8,64	4,51
<i>C. moschata</i>	Бирючукская 627	10,08	6,55	2,10	4,19	11,25	23,85	
»	»	Бирючукская 628	10,19	6,93	2,46	4,15	11,61	—

ве имеются моносахара и сахароза (примерно в одинаковом соотношении с некоторым превышением сахарозы). В других органах растений сахаров значительно меньше (в листьях 0,24—0,49%, в репродуктивных органах 1,35—2,24%), причем сахароза в них практически отсутствует. В листьях тыквы сахаров почти в 10 раз меньше, чем в плодах.

По количеству сухих веществ наибольшие видовые и сортовые различия, наблюдаются в плодах. Так, у тыквы самое высокое содержание сухих веществ в плодах (9,71—12,96%) имеют некоторые сорта вида *C. maxima* (хотя этот вид имеет сорта и с очень низким содержанием сухих веществ: Мамонт, Стофунтовая и др.) и самое низкое (8,58—9,41%) — сорта вида *C. pepo*. Видовые различия по этому показателю в остальных органах менее значительны. В листьях сухих веществ содержится примерно столько же, сколько в плодах, в рыльцах — значительно меньше, а в пыльце — больше.

По содержанию аскорбиновой кислоты листья всех видов тыквы почти в 10 раз богаче плодов: в листьях ее содержится 133—140 мг%, в плодах 8—23 мг%. Такое же соотношение наблюдается у дынь и у арбузов. Много аскорбиновой кислоты содержит пыльца (69—82 мг%), которая богата и каротином (15—23 мг%).

Наиболее высокое содержание аскорбиновой кислоты в плодах имеют сорта вида *C. maxima*, высоким содержанием аскорбиновой кислоты и каротина в плодах отличаются и сорта вида *C. moschata*. Однако разница в содержании аскорбиновой кислоты в плодах различных сортов меньше, чем в различных органах растений тыквенных культур.

## УСТОЙЧИВОСТЬ БАХЧЕВЫХ РАСТЕНИЙ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ

### ЗАСУХОУСТОЙЧИВОСТЬ

Бахчевые культуры относятся к засухоустойчивым или ксерофитным растениям.

Среди различных типов ксерофитов Н. А. Максимов (1952) выделяет особую группу растений, засухоустойчивость которых обуславливается в первую очередь чрезвычайно сильным разветвлением горизонтальной корневой системы, которая способна собирать достаточное количество воды из возможно большего объема почвы, скудно снабженной влагой. К этому типу ксерофитов и относятся бахчевые культуры. Известна культура арбузов, которая способна вегетировать на сыпучих песках Кара-Кумов при почти полном отсутствии как почвенной, так и подпочвенной влаги. Эти растения живут и успешно плодоносят исключительно за счет ничтожного

количества пустынной воздушной влаги, конденсируемой в ночное время сыпучим песком. В соответствии с этим построены все органы бахчевого растения и слажены его функции и физиологические процессы.

У бахчевых, как уже указывалось выше, корневая система, обладающая высокой сосущей силой, занимает очень большую площадь в верхних горизонтах почвы и сильно разветвлена. Сильное разветвление корневой системы бахчевых — одно из важнейших свойств, обеспечивающих высокую засухоустойчивость растений. Сосущая сила клеток и тканей всей корневой системы растения проявляется в корневом давлении, пропорционально которому выделяется пасока из пеньков свежесрезанных растений. Корневое давление у бахчевых культур высокое, особенно у арбузов. Так, по данным Н. А. Хлебниковой (1932), выделение пасоки бахчевыми культурами в условиях Нижнего Поволжья в течение трех дневных часов было следующим: у кормового арбуза —  $70 \text{ см}^3$ , тыквы *S. maxima* —  $10,5 \text{ см}^3$ , кабачка *S. pepo* —  $3 \text{ см}^3$ , дыни — 0.

Н. А. Хлебниковой также было показано, что высокая транспирация обеспечивает арбузу большее охлаждение листьев по сравнению с другими бахчевыми культурами (табл. 221).

Таблица 221

Температура поверхности листьев у различных бахчевых культур

Дата учета	Погодные условия	Время суток	Температура воздуха, °С	Температура поверхности почвы, °С	Температура поверхности листьев, °С			
					арбуза кормового	тыквы <i>S. maxima</i>	кабачка <i>S. pepo</i>	дыни
10/VII	Ясно	10 час 15 мин	40	53	33,5	35	—	—
10/VII	Ясно	12 час 45 мин	41	61	35	37	—	—
18/VII	Ясно	14 час	43	54	36	41	—	39
22/VIII	Ясно	12 час	38	47	33	34,5	40	35
29/VIII	Пасмурно	11 час	18	19	19,5	18	18,5	19

Е. И. Бессоновой (1962) было проведено сравнительное изучение силы корневого давления различных сортов арбузов и дынь. Корневое давление измерялось по количеству пасоки ( $\text{мм}^3$ ), выделенной через заполненный водой потометр в течение 5 мин (табл. 222).

Как следует из данных табл. 222, самое большое корневое давление было у сорта арбуза Кузыбай, улучшенного в условиях богары, за ним идет сорт Мраморный. Дыни обладают гораздо меньшим корневым давлением, чем арбузы.

Вторым признаком засухоустойчивости у бахчевых является обилие опущения. Наибольшим опущением завязей и

Корневое давление пасоки у различных сортов арбузов и дынь (мм<sup>3</sup>)

Культура и сорт	Время суток			
	8 час	13 час	20 час	8 час
<i>Арбузы</i>				
Кузыбай улучшенный . . .	60—80	15—22	70—80	
Мраморный . . . . .	31—50	43—50	28—30	36—37
Кузыбай 30 . . . . .	35—(-18)	17—(-18)	16—17	20—30
Багаевский мурашка . . .	0	(-2)—(-3)	13—16	18—19
Хайт-кара богарный . . .	2—8	17—18	5—6	14—16
Хайт-кара ВИР . . . . .	18—20	10—12	14—15	0
Донской 39 . . . . .	134—(-170)	1—1	20—18	—
<i>Дыни</i>				
Кой-баш . . . . .	28—30	14—16	8—10	19—22
Гуляби оранжевая . . . . .	12—14	12—14	9—10	16—19
Кара-канд . . . . .	15—16	19—20	14—18	8—10

молодых стеблей характеризуется кормовой арбуз, затем столовый арбуз и дыня. Наименьшее опущение отмечено у тыквы, кроме дикорастущих ее видов (Филов, 1961). Волоски опущения у растений бахчевых культур играют роль дополнительного органа транспирации, особенно в молодом возрасте. Существуют также сортовые различия по опущению.

Количество устьиц больше у ксерофильных сортов богарной культуры из степных сухих районов, чем у сортов из влажных районов.

Признаком ксерофильности арбузов по сравнению с тыквами является значительно больший (почти вдвое) размер их устьичных щелей, что хотя и компенсируется отчасти большим числом устьиц у тыкв, но все же увеличивает испаряющую поверхность арбузов по сравнению с тыквами в два раза.

Основной признак ксерофильности — уменьшение поверхности листовой пластинки за счет ее сильной выемчатости — ставит арбузы на первое место по ксерофильности среди бахчевых культур.

Общее содержание воды в листьях, по-видимому, не свидетельствует о ксерофильности, так как главную роль при этом играет связанная вода. Показателем ксерофильности до некоторой степени является повышенное осмотическое давление клеточного сока. Характерно, что оно выше у столовых сортов арбуза суходольного земледелия и ниже у кормового арбуза и столовых сортов из влажных районов.

На первый взгляд кажется странным, что устьица открыты в полдень на богаре и закрыты на поливе, так как это



противоречит принципу ксерофильности — сберегать влагу при дефиците в момент ее наивысшего испарения. Однако это находит свое объяснение в связи с жароустойчивостью. При недостатке влаги устьица на богаре открыты для самоохладения растений током испаряющейся воды, а в поливных условиях они закрыты из-за достаточного для самоохладения количества воды в тканях.

Хорошим признаком засухоустойчивости бахчевых является их повышенная транспирация в неблагоприятных для испарения засушливых условиях.

### ЖАРОУСТОЙЧИВОСТЬ

Жароустойчивость бахчевых растений тесно связана с их водным режимом. Интенсивная транспирация может снижать температуру листа до 7° по сравнению с температурой окружающего воздуха и до 18° по сравнению с температурой почвы. Это является первым условием жаростойкости растений.

Поскольку арбузы обладают большей интенсивностью транспирации, их самоохладение успешнее, а температура листьев ниже, чем у дыни и в особенности у тыкв (Хлебникова, 1932). У последних наблюдается большой перегрев листьев и часто обнаруживается временное подвядание, чего у арбузов обычно не происходит.

Вторым и наиболее важным условием жаростойкости является степень устойчивости коллоидных систем плазмы клеток различных видов к нагреванию. Н. А. Хлебникова (1932, 1937) впервые показала, что устойчивость белковых коллоидов листа у различных видов бахчевых различна. Нагревая водные вытяжки тканевого белка на водяной бане, Н. А. Хлебникова установила, что свертывание белка происходит при определенных температурах (табл. 223).

Белки кормового арбуза оказались наиболее чувствительными к высокой температуре, причем с понижением температуры понижалась и их чувствительность. Иными слова-

Таблица 223

Температура свертывания белков в листьях бахчевых культур (°С)

Культуры	При температуре воздуха, °С		
	40	38	20
Кормовой арбуз . . . . .	45	45	54
Дыня . . . . .	64	64	60
Тыква <i>S. maxima</i> . . . . .	64	64	60
Кабачок <i>S. pepo</i> . . . . .	65	64	60

ми, по биохимической природе кормовой арбуз оказался менее жароустойчивой культурой, чем дыня и тыква. Его практическая жаростойкость вызвана более интенсивным самоохлаждением листьев вследствие повышенной транспирации.

Влияние высокой температуры на белки плазмы арбуза отражается и на процессах ассимиляции. А. С. Кружилин (1954) отмечал, что у нежаростойких растений при высокой температуре задерживается ассимиляция, и прирост органического вещества приостанавливается, так как углеводы расходуются на дыхание.

Это обстоятельство отмечала также и Н. А. Хлебникова (1932). Она показала, что в условиях Поволжья с повышением температуры воздуха прирост сухого вещества у арбуза снижается, а при понижении температуры с 40 до 20° — повышается. У остальных бахчевых отмечена обратная закономерность (табл. 224).

Таблица 224

Прирост сухого вещества в дневные часы за 1 час в г на 1 м<sup>2</sup> листовой поверхности

Культура	Температура воздуха, °С		
	40°	38°	20°
Кормовой арбуз . . . . .	2,5885	2,6593	4,5125
Дыня . . . . .	6,9145	6,6800	2,5860
Тыква <i>S. maxima</i> . . . . .	7,8815	8,4140	3,1600
Кабачок <i>S. pepo</i> . . . . .	4,8700	4,2990	1,5700

Ниже приводятся данные по определению жаростойкости бахчевых культур путем определения температуры свертывания белков в листьях различных сортов тыквенных, полученные в лаборатории бахчевых культур ВИР. Работа велась в жарких условиях Средней Азии и Казахстана, поэтому и полученные цифры являются несколько более высокими, чем в условиях Поволжья. Кроме того, следует отметить, что Н. А. Хлебникова изучала жаростойкость в критические по температуре для Поволжья дни при 38 и 40°, которые в этой зоне бывают редко. При таких необычных условиях арбуз мог снизить свою жаростойкость, хотя его жаростойкость в сравнении с другими бахчевыми остается все же самой низкой.

Работу по определению жаростойкости бахчевых в Средней Азии проводили Н. Г. Гордеева (1962) на поливе под Ташкентом, М. И. Малинина (1960) на богаре в Северном Предбалхашье и Е. И. Бессонова (1962) на богаре Самаркандской области. Некоторые данные, полученные этими исследователями, приводятся в табл. 225 и 226.

Как видно из данных табл. 225, температура свертывания белка у поливных арбузов и дынь несколько ниже, чем при выращивании в богарных условиях. Зимние дыни имеют меньшую жаростойкость, чем летние, так как их развитие частично происходит при несколько пониженных осенних температурах.

Т а б л и ц а 225  
Температура свертывания белков в листьях арбузов и дынь, °С

Культура и сорт	Условия выращивания	
	полив	богара
<i>Столовые арбузы</i>		
Мелитопольский 142 . . . . .	62	64
Мраморный . . . . .	60	69
Октябрьский . . . . .	60	65
<i>Кормовые арбузы</i>		
Дисхим . . . . .	58	—
Родезиец . . . . .	58	—
<i>Дыни</i>		
Заами (хандаляк) . . . . .	58	65
Ич-кзыл (летняя) . . . . .	62	64
Гуляби оранжевая (зимняя) . . . . .	60	63

Между отдельными видами тыкв разница в температуре свертывания белков незначительна, разница между сортами больше. Однако температура свертывания белков несколько ниже у *C. moschata* по сравнению с другими видами. Меньшей жароустойчивостью обладают в условиях Средней Азии сорта из экологически более отдаленных районов (табл. 226).

Обращает на себя внимание то обстоятельство, что, по данным табл. 225 и 226, нет большой разницы по температуре свертывания белка у разных культур; вместе с тем наблюдается заметное постоянство этого признака по сортам в разные фазы вегетации (с некоторым повышением в период плодоношения).

Таким образом, можно говорить о жаростойкости видов и сортов тыквенных культур только для определенных экологических условий; в других условиях эти же сорта могут оказаться нежароустойчивыми.

Основным последствием перегревания растения является распад белковых молекул, сопровождающийся накоплением аммиака, который отравляет растение. По данным Н. С. Петина и Ю. Г. Молотковского (1956, 1961), первой

Таблица 226

## Температура свертывания белков в листьях тыквы в различные фазы вегетации при поливе

Вид	Сорт	Побегообразование	Цветение	Плодоношение
<i>C. maxima</i>	Кит	70	70	68
	Черкесская	68	68	68
	Волжская серая	60	68	68
	Испанская	54	55	55
<i>C. moschata</i>	Витаминная	64	64	64
	Кашгарская	58	59	60
<i>C. pepo</i>	Мозолеевская	70	70	68
	Кабачок	68	68	68
	Бирючукская	65	65	65
	Патиссон	62	62	62

защитной реакцией против самоотравления является снижение растением интенсивности дыхания, что в свою очередь ведет к увеличению содержания в них органических кислот, связывающих ионы аммония и парализующих его вредное действие.

Для защиты растений от высокой температуры авторы предлагают проводить внекорневые подкормки серноокислым цинком (0,05%  $ZnSO_4$ ) способом двукратного опрыскивания в период массового цветения растений (табл. 227).

Таблица 227

Влияние обработки листьев арбуза  $ZnSO_4$  на дыхание и накопление органических кислот в растении

Исследуемый процесс	Вариант опыта	Контроль	Подкормка $ZnSO_4$
Дыхание, мл $O_2$ на 1 г сырого веса в 1 час	До прогревания	127,5	117,0
	После прогревания	105,8	121,5
	До прогревания	143,0	136,0
	После прогревания	76,5	123,3
Органических кислот, в г яблочной к-ты на 100 г сухого веса	До прогревания	5,30	7,02
	После прогревания	7,15	8,15

Как видно из данных, приведенных в табл. 227, внекорневые подкормки несколько снижают интенсивность дыхания у здоровых растений, но действие высокой температуры снижает его гораздо сильнее. Ввиду того что цинк является активатором ряда энзимов и поддерживает окислительно-восстановительный режим растительных клеток, он снижает вредное действие жары и даже при высокой температуре удерживает уровень дыхания от чрезмерного снижения. Кислотность обработанных тканей возрастает, что также является с результатом положительного влияния внекорневых подкормок.

### ХОЛОДОСТОЙКОСТЬ

Бахчевые культуры отличаются высокой теплотребовательностью. Как мы уже отмечали выше, пониженные температуры отрицательно сказываются на росте, развитии и продуктивности бахчевых растений.

Арбуз является наиболее теплолюбивым растением среди бахчевых культур. В течение вегетации он нуждается в большей сумме тепла, чем дыня и тем более тыква. С другой стороны, он менее жароустойчив, чем дыня и тыква. Этим объясняется тот факт, что арбуз имеет наибольшее распространение в степной полосе юга и юго-востока СССР, богатой солнцем и теплом. Дыня же лучше всего произрастает в среднеазиатских республиках, где наблюдаются самые высокие температуры и обилие солнечных лучей. Однако следует отметить, что у каждой культуры имеются сорта, выходящие за пределы представленной нами характеристики. Так, среди арбузов имеются сорта более холодостойкие, чем некоторые сорта дыни, среди дынь имеются сорта более устойчивые к холоду, чем ряд сортов тыквы и т. п. В связи с этим требования растений к условиям, необходимым для роста и развития, не одинаковы не только у различных культур, но и у различных сортов.

Тыква — более холодостойкая культура, чем арбузы и дыни. Она легко мирится с пониженными температурами. Особенно устойчивы к холоду сорта тыквы, относящиеся к виду *C. pepo*. В связи с этим, а также благодаря большей скороспелости ряда сортов этого вида они широко распространены не только в южных и юго-восточных районах, но и в центральной полосе СССР и даже в более северных районах. Вид *C. moschata* наиболее теплолюбив среди всех других видов тыквы, в связи с чем сорта, относящиеся к этому виду, распространены в южных районах нашей страны.

Для прорастания семян бахчевым растениям требуется температура не ниже 13—16° (табл. 228).

При температурах ниже 13° прорастание семян задерживается, некоторые из них теряют всхожесть и погибают. Всхо-

ды растений, полученные от семян, долгое время лежавших в земле при низкой температуре, получают ослабленными, дальнейшее их развитие происходит медленно.

Для нормального роста и развития растений бахчевых культур лучшей является температура 25—30°. При температуре ниже 15° рост и развитие бахчевых растений задерживается, завязывание и рост плодов происходит плохо, что ведет к снижению урожайности. Понижение температуры до (—1°) убивает всходы дынь и арбузов и сильно повреждает всходы тыквы. Для более взрослых растений губительным является длительное снижение температуры до (+3) и даже (+5) — (+10°).

Таблица 228

**Температура прорастания  
семян бахчевых культур**

Культура	Температура прорастания семян, °С		
	минимальная	оптимальная	максимальная
Арбуз . . .	16—17	33—35	40
Дыня . . .	15	35	40
Тыква . . .	13	33—35	40

И. Г. Сабинина (1962), проведя статистическую обработку многолетних данных фенологических наблюдений за ростом и развитием различных сортов дынь на Узбекской овоще-картофельной опытной станции, установила, что нижний предел эффективных температур, обеспечи-

вающих появление всходов и созревание плодов дыни, равен 12°. Сумма эффективных температур, нужная для появления массовых всходов дыни, равна 70°, для созревания плодов скороспелых сортов 900°, среднеспелых 1250°, позднеспелых сортов 1400°. Хотя эти данные являются лишь ориентировочными, их можно использовать для прогноза сроков созревания плодов бахчевых культур.

Изучая причины пониженной холодостойкости теплолюбивых культур, П. А. Генкель и К. П. Марголина (1949) проводили опыты с тыквой, арбузами и огурцами и установили, что охлаждение растений при (+3°) вызывает возрастание вязкости протоплазмы (табл. 229).

Как следует из данных табл. 229, при охлаждении растений несколько увеличивалось количество связанной воды и значительно уменьшалось содержание свободной и общей воды. Резко снижалось при охлаждении содержание хлорофилла, интенсивность дыхания и активность пероксидазы. У охлажденных растений значительно легче и в большем количестве извлекался хлорофилл (60% при обработке этиловым спиртом), что свидетельствует о нарушении связи между молекулами хлорофилла и белками стромы. На основании полученных данных авторы делают предположение о том, что основной причиной гибели теплолюбивых растений при охлаждении является возрастание вязкости плазмы до уровня, к которому не приспособлен данный вид растений. При этом

## Влияние охлаждения на вязкость протоплазмы и содержание воды у растений тыквы (18—20-дневные растения)

Варианты опыта	Содержание воды, %			Вязкость протоплазмы	
	общей	связанной	свободной	время перехода вогнутого плазмолита в выгнутый, мин	время смещения хлоропластов при центрифугировании, мин
<i>Тыква Кентукская</i>					
Контроль (без охлаждения)	78,1	3,3	74,8	12	10 (смещение полное)
Охлаждение 6 суток . . . . .	76,2	5,6	70,6	20	15 (смещение частичное)
<i>Тыква Донская</i>					
Контроль (без охлаждения)	87,1	4,8	82,3	12—15	10 (смещение полное)
Охлаждение 3 суток . . . . .	83,3	16,3	67,0	20—22	15 (смещение частичное)

происходит агрегация плазмы, приводящая к ухудшению водного режима и к частичной коагуляции белков протоплазмы, что в свою очередь является причиной нарушения связи между белками стромы хлоропласта и хлорофилла. Одновременно происходит снижение интенсивности дыхания и активности фермента пероксидазы.

В опытах, проведенных под Москвой в открытом грунте (Белик, Соломина, 1965), при сравнении относительно холодостойкого сорта дыни Грунтовая Грибовская 13 с южным сортом Новинка Дона оказалось, что в фазе плодообразования сорт Грунтовая Грибовская 13 имел меньшую вязкость плазмы (время смещения хлоропластов при центрифугировании со скоростью 2500 оборотов в минуту было равно 15 мин 15 сек), чем сорт Новинка Дона, у которого смещение хлоропластов произошло через 18 мин 45 сек после начала центрифугирования. Предшествующая в 1960 г. закалка семян и родительских растений дыни Новинка Дона при пониженных температурах оказала последствие на вязкость плазмы потомства. У растений, выращенных в 1961 г. из семян закаленных растений, она была значительно ниже контроля (время смещения хлоропластов при центрифугировании равно 17 мин).

В опытах с арбузом (сорт Донской 39), наоборот, закалка вызвала повышение вязкости плазмы: у растений из открытого грунта 1/VIII хлоропласты смещались в контроле при

центрифугировании в течение 10 мин 15 сек, а у растений, закалявшихся в предыдущий год, — через 13 мин 15 сек, в парнике в контроле — через 8 мин 30 сек, у опытных растений — через 16 мин 15 сек.

При выращивании дынь и арбузов в открытом грунте при пониженных температурах происходило более интенсивное накопление восстановленной формы аскорбиновой кислоты и сухого вещества в листьях растений, чем при выращивании в парниках. В листьях арбуза при этом происходил более слабый синтез хлорофилла. Последствие закалки проявилось в усиленном накоплении хлорофилла в сравнении с незакаленными растениями.

Л. К. Полищук (1949), изучая холодостойкость тыквы Мозолевской (*C. pepo*) и дыни Колхозницы, установила, что среди культурных видов бахчевых растений тыква является наиболее холодостойкой культурой. Минимальная средняя температура, необходимая для прорастания семян тыквы, равна (+8°) при колебании от (+5) до (+12°), однако в этих условиях происходит ненормальное прорастание семян. Минимальная средняя температура для нормального прорастания семян этой культуры равна (+13) — (+14°). Чем выше температура, тем быстрее прорастают семена. Как очень ранние сроки сева, так и поздние (летне-осенние посевы, которые применялись специально для изучения холодостойкости тыквы) задерживали рост растений. Растения при этом были более слабыми, с меньшими размерами надземной системы. Растения ранних сроков сева, т. е. выращиваемые при более низких температурах, чем при позднем посеве, имели повышенное содержание хлорофилла, что, по-видимому, обусловлено большей устойчивостью их к холоду, приобретенной в процессе выращивания при пониженных температурах. При понижении температуры до +9°С активность каталазы у дыни и тыквы повышалась. Снижение температуры повышало вязкость клеточного сока, увеличивало содержание сахаров и снижало содержание воды в листьях, причем у молодых растений повышение вязкости при понижении температуры происходило медленнее, чем у более старых растений. Молодые растения имели более высокую вязкость клеточного сока, чем взрослые.

У рассады арбузов и дынь при пониженных температурах часто наблюдаются повреждения корневой системы и корневой шейки, что ведет впоследствии к заболеванию и даже гибели надземной части растений. Причиной этого являются не только пониженные температуры, но и патогенные микроорганизмы почвы, особенно сильно повреждающие растения, ослабленные действием холода.

Как показали исследования Л. А. Незговорова и А. К. Соловьева (1958, 1965), вредное действие патогенных микроор-



ганизмов можно ослабить путем стерилизации почвы. При этом на 1 кг почвы или смеси, из которой изготавливаются горшочки для выращивания рассады, следует вносить 0,5 г ТМТД или 0,25 г ртути. Этими же препаратами можно обрабатывать семена перед посевом из расчета 4 г ТМТД или 1 г ртути на 1 кг семян. Однако обработка семян менее эффективна, чем внесение препаратов в почву.

Наиболее полное исследование физиологических и биохимических процессов, происходящих в семенах и выращенных из них растениях бахчевых культур при воздействии холодом на семена, проведены с сортом дыни Умыр-ваки в Молдавии (Будурян, 1962). Изучались семена, подвергнутые прерывистому охлаждению (18 час в сутки при температуре 0° и 6 час при 18—19°) в течение разного времени (5, 10, 15, 20 и 30 суток), а также двух-четырехдневные проростки и растения, выращенные из охлажденных семян. Контролем служили семена, замоченные в воде в течение суток, и их проростки. При изучении ферментов углеводного обмена в семенах дыни оказалось, что активность инвертазы при охлаждении семян, как в самих семенах, так и в их проростках закономерно снижается. Активность амилаз под влиянием охлаждения, наоборот, повышается и в семенах, и в проростках (табл. 230).

Таблица 230

Активность инвертазы, амилазы (в мг глюкозы на 0,5 г материала при 35°) и протеаз (в мг аминокислот за 24 час на 1 г) у семян и проростков дыни

Варианты опыта	Инвертаза за 24 час	Амилаза за 48 час	Протеазы
<i>Семена</i>			
Контроль . . . . .	99,7	16,7	0,21
Охлаждение 5 суток . . . . .	84,5	26,9	0,34
» 10 суток . . . . .	66,9	20,8	0,44
» 15 суток . . . . .	62,9	33,8	0,35
<i>Двухдневные проростки</i>			
Контроль . . . . .	87,5	37,3	0,90
Охлаждение 15 суток . . . . .	40,7	41,7	3,58
<i>Четырехдневные проростки</i>			
Контроль . . . . .	186,5	33,4	1,19
Охлаждение 15 суток . . . . .	231,7	43,8	1,57

Н. Н. Будурян показано, что при прорастании семян у них снижается количество сахарозы и увеличивается содержание редуцирующих сахаров. Этот процесс более сильно проявляется у проростков, выращенных из охлажденных семян. В процессе охлаждения семян происходит повышение

активности протеолитических ферментов. У проростков активность протеаз выше, чем в семенах, особенно у тех, которые получены из охлажденных семян.

При длительном охлаждении к концу опыта в семенах несколько снижалось содержание белкового азота и возрастало количество растворимого, в том числе аминного азота. Проростки, выращенные из охлажденных семян, содержали аминного азота больше, чем контрольные. Эти данные говорят о том, что в процессе охлаждения происходит распад крупных белковых молекул на более мелкие.

Активность каталазы у проростков, выращенных из охлажденных семян, также была выше, чем у контрольных. Активность фермента липазы в первые 10 дней охлаждения семян понижалась, а затем резко возрастала.

В опытах (Белик, Соломина, Плахова, Козинер, 1964) изучался характер изменений в содержании аскорбиновой кислоты в процессе прорастания семян дыни и арбуза, подвергавшихся воздействию пониженных температур различной длительности и уровня. Авторы проводили закалку замоченных в воде семян переменными температурами, чередуя в течение 5 и 10 дней по 18 час в сутки пониженные температуры (+5) и (-5°) и 6 час повышенные (18—22°). В опыте были использованы северный сорт дыни Грунтовая Грибовская, среднеазиатский сорт дыни Гуляби зеленая и арбуз Донской 39.

Было установлено, что в обычных сухих семенах бахчевых культур аскорбиновая кислота практически отсутствует или ее содержится очень мало. После замачивания в воде, в процессе прорастания при благоприятных для этого температурах (выше 15—18°), в семенах происходит синтез аскорбиновой кислоты, количество которой достигает максимума к началу прорастания семян. Воздействие на семена пониженными температурами задерживает их прорастание (а иногда снижает и всхожесть) и тормозит синтез аскорбиновой кислоты. При этом отмечено, что чем ниже температура, тем сильнее ее отрицательное влияние на прорастание семян и накопление аскорбиновой кислоты (рис. 52). Чем теплолюбивее сорт, тем слабее происходит синтез аскорбиновой кислоты в семенах при пониженных температурах. Если у дыни Грунтовой Грибовской даже при воздействии отрицательных температур синтез аскорбиновой кислоты происходил в семенах довольно интенсивно, то в семенах среднеазиатской дыни при отрицательной температуре, а у арбуза даже и при низкой положительной температуре синтез аскорбиновой кислоты практически отсутствовал.

Для изучения физиологических особенностей растений дыни, выращенных из закаленных семян, Н. Н. Будурян (1962) проведено кратковременное охлаждение семян при 0°

в течение 24 час и при ( $-4^{\circ}$ ) в течение 6 и 24 час и длительное воздействие переменными температурами (18 час при  $0^{\circ}$  и 6 час при  $18-19^{\circ}$ ) в течение 12 и 15 суток. В качестве контроля использовались семена, замоченные в течение 24 час в воде, а также пророщенные до наклевывания.

Изучение углеводного обмена в листьях растений показало, что в молодом возрасте активность инвертазы и протеаз в растениях, выращенных из охлаждавшихся семян, значительно выше, чем у контрольных растений. Аналогично изменяется также содержание сахарозы и крахмала (Будуриан, 1962; табл. 231).

Активность амилазы у растений из закаленных семян была повышенной только в фазу цветения. Закаленные растения имели более высокое, чем у контроля, содержание аскорбиновой кислоты и хлорофилла.

Приведенные данные показывают, насколько сильно влияют пониженные положительные температуры на комплекс физиологических свойств теплолюбивых бахчевых растений. Однако физиологические особенности этого влияния изучены еще крайне недостаточно, данных по этому вопросу очень мало.

Как показали исследования ряда авторов, различные способы закаливания семян бахчевых культур пониженными температурами способствуют повышению их устойчивости к холоду и продуктивности растений.

Наиболее распространен прием закаливания семян арбузов и дынь, предложенный А. Е. Вороновой (1950, 1956). Сущность его состоит в том, что семена замачивают в течение 12 час в воде с тем, чтобы пробудить зародыш к жизни, а затем поочередно воздействуют положительной и отрицательной (или низкой положительной) температурой. Для арбузов и дынь автор рекомендует проводить закаливание в течение 10—15 дней, чередуя по 12 час температуру от 0 до ( $-2^{\circ}$ ) и  $15-20^{\circ}$ . При изменениях такой режим закаливания в условиях Курганской области, где арбузы выращивались рассадным способом, а дыни — посевом в грунт, автору удавалось получать высокие урожаи

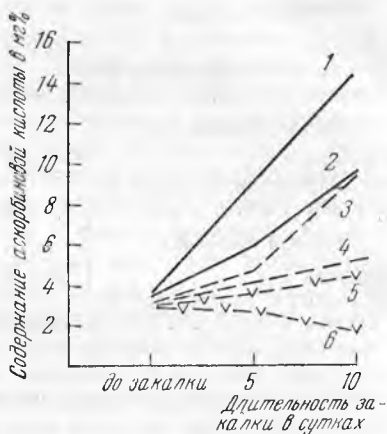


Рис. 52. Изменение содержания аскорбиновой кислоты в семенах дынь сортов Грунтовая Грибовская (1,2), Гуляби зеленая (3,4) и арбузов сорта Донской 39 (5,6) в процессе их закаливания при различных температурных режимах: 1, 3, 5 — при  $+5^{\circ}$ , 2, 4, 6 — при  $-5^{\circ}$  (по В. Ф. Белику, 1966)

Таблица 231

Активность инвертазы и амилазы (в мг глюкозы на 0,5 г материала при 35°), содержание углеводов (в % на сухое вещество) и хлорофилла (в мг на 1 г сырого веса) в листьях дыни Умыр-ваки

Варианты опыта	Инвертаза за 24 час	Амилаза за 48 час	Сахароза	Общий сахар	Крахмал	Хлорофилл
<i>Фаза семядолей</i>						
Контроль . . . . .	257,0	9,9	0,25	0,43	0,47	—
Прерывистое охлаждение 15 суток . . . . .	332,0	9,6	0,57	0,74	1,31	—
<i>Начало бутонизации</i>						
Контроль . . . . .	210,3	45,4	0,77	0,95	1,25	0,939
Прерывистое охлаждение 15 суток . . . . .	277,5	49,0	0,79	0,92	1,68	1,035
<i>Начало цветения</i>						
Контроль . . . . .	341,0	61,2	0,43	0,57	0,30	1,041
Прерывистое охлаждение 15 суток . . . . .	339,0	70,6	0,37	0,55	0,03	1,047

плодов (урожай арбузов достигал, например, 274 ц/га), значительная часть которых вызревала, в то время как без закалки в этой зоне плоды дынь и арбузов, как правило, не вызревают в открытом грунте.

Эффективность закалки семян тыквенных культур переносными температурами показана также другими исследователями. Так, О. А. Кротова и Л. Н. Власова (1959) в опытах под Москвой проводили закалку замоченных в воде семян дыни и арбузов в течение 15 дней, чередуя по 12 час температуру 2—5 и 16—18°. Растения дыни, выращенные из закаленных семян в условиях Московской области, вначале росли медленнее контрольных, незакаленных, но затем, при наступлении теплых дней, обгоняли их по росту и развитию, раньше начинали плодоносить и давали более высокий урожай (табл. 232).

Таблица 232

Влияние закалки семян и рассады на урожай дыни  
Грунтовая Грибовская

Варианты опыта	Начало уборки урожая	Урожай зрелых плодов, ц/га	Общий урожай, ц/га
Контроль (без закалки) . . . . .	10/VIII	56,0	80,0
Закалка семян и рассады . . . . .	4/VIII	120,7	145,5
Закалка семян и рассады + применение укрытий в открытом грунте . . . . .	1/VIII	145,0	178,0

Растения, полученные из закаленных семян, обладали также повышенной холодостойкостью. Если при резких снижениях температуры и увеличении влажности воздуха и почвы погибло 48% контрольных растений, то у растений, выращенных из закаленных семян, выпады составили только 10%.

Л. П. Тарбаевой (1961), Л. П. Тропиной (1961) в условиях Новосибирска изучалось влияние закалки семян переменными температурами (16 час в сутки при (+2°) и 8 час при (18—20°) и длительного охлаждения семян (при +2°) на холодостойкость растений дыни Алтайской и арбуза Стокса. Опыты показали, что длительная закалка (свыше 10—20 дней) дает отрицательные результаты. Кратковременное воздействие холода (2—6) дней ускоряло появление всходов на два-три дня и повышало энергию прорастания семян в том случае, если они после закалки прорастивались при повышенной температуре. При посеве в холодную почву закаленные семена резко снижали всхожесть, особенно если у них к моменту посева уже образовались проростки, поскольку при этом происходило естественное удлинение времени охлаждения семян, что приводило к ослаблению и гибели проростков. Корневая система растений, выращенных из закаленных семян, развивалась сильнее, чем у контрольных растений, главным образом за счет увеличения числа и длины боковых корешков. При неблагоприятных погодных условиях ростовые процессы у закаленных растений проходили более интенсивно, чем у контрольных, что приводило к более раннему и обильному плодоношению. Прибавка в урожае плодов от закалки семян дыни составила в разные годы от 9,36 до 64%. Содержание сахара в плодах при этом повышалось.

М. А. Веселовская и Ю. К. Тулупов (1961) отмечают, что в условиях Западной Сибири хорошие результаты дает закалка семян переменными температурами при следующих условиях: для арбузов в течение 10 суток при чередовании 12 час при температуре (15—20° и 12 час в снегу при температуре 1—3°; для дыни при этом же температурном режиме рекомендуется сократить ежедневный прогрев семян до 6 час, а охлаждение увеличить до 18 час. При таком режиме закалки в 1957 г. дыня дала прибавку урожая на 24%, а арбузы — на 49%. Наряду с этим авторы указывают, что посев закаленных семян в холодную, не прогретую почву при затяжной холодной весне не дает положительных результатов. В этих условиях длительный жесткий температурный режим в почве ослабляет молодые проростки, приводит их к истощению. А ослабленные, истощенные проростки, как это показано в опытах Л. А. Незговорова и А. К. Соловьева (1958, 1960, 1965), усиленно поражаются патогенными микроорганизмами и гибнут.

В опытах Д. О. Лебл (1954) с кабачком, проведенных на

овощной опытной станции ТСХА под Москвой, установлено, что предпосевная закалка семян переменными температурами в течение 15—20 суток задерживает появление всходов и начальный рост сеянцев. При кратковременной обработке семян холодом (1—3 суток) этот недостаток устраняется.

В опытах Н. Н. Будурян (1958, 1962) с дыней в условиях Молдавии показано, что как кратковременное (0—4° в течение 6—24 час), так и длительное (12—15 суток, чередуя 18 час 0° и 6 час 18—19°) охлаждение семян переменными температурами способствует усилению роста корневой системы. При этом воздействие отрицательных температур вначале задерживало рост корней, а поглощающая система при этом, судя по количеству выделяемой пасоки, развивалась лучше. Развитие растений из охлажденных семян ускорялось, число плетей, их длина и площадь ассимиляционного аппарата увеличивались. Увеличивалось также число женских цветков, число и размеры плодов. Улучшалось качество плодов. Повышалась устойчивость растений к холоду. Показано также, что обработка семян растворами  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  и метиленовой синью повышала выделение пасоки, что в свою очередь способствовало усилению роста надземной части растений.

В заключение следует отметить, что физиология холодоустойчивости бахчевых растений является одним из наименее изученных вопросов биологии этих культур. Большинство рекомендаций сводится к предложениям охлаждать или промораживать семена, причем одни авторы считают более эффективной длительную закалку семян переменными температурами (А. Е. Воронова), другие — кратковременное промораживание или охлаждение семян (Д. О. Лебл).

Большинство авторов (Генкель и Кушвиренко, 1959, 1966; Тарбаева, 1959, 1961; Веселовская, Тулупов, 1961; Белик, 1966, 1967 и др.) считают эффективной лишь кратковременную закалку семян переменными или постоянными температурами.

## СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ

В некоторых случаях бахчевые растения культивируются на засоленных почвах. Это наблюдается при выращивании бахчевых культур в южных степях европейской части СССР, в южной Сибири, Средней Азии и Казахстане, почвы которых слабо засолены и относятся к провинциям сульфатно-содового и хлоридно-сульфатного соленакопления. Иногда на полях этих территорий встречаются небольшие сильно засоленные пятна, где концентрация солей, в особенности хлористого натрия, значительно выше и находится на предельном уровне для солевыносливости бахчевых растений.

На поливных почвах Средней Азии и Закавказья засоленность увеличивается от поднятия солей водой из нижних горизонтов почвы в верхние, в результате смыкания поливных и более глубоких грунтовых вод. Такие почвы нуждаются в периодических промывках.

При сравнении различных культур по их устойчивости к засолению почвы оказалось, что дыня менее устойчива к засолению, чем просо, джугара, кунжут и хлопчатник, но более устойчива, чем картофель и основные овощные культуры (Пиуновский, 1952).

В условиях Голодной степи Узбекистана солеустойчивость бахчевых культур изучал В. Е. Кабаев (1953). В табл. 233 приведена предельная степень засоленности почвы, выше которой растение испытывает явное страдание от засоления. Культуры расположены по степени убывающей солевыносливости.

Из овоще-бахчевых культур наиболее солевыносливыми оказались тыква, томаты и капуста, наименее солевыносливыми — арбузы и огурцы. Дыня, по данным В. Е. Кабаева, в отличие от мнения Б. А. Пиуновского, менее устойчива к засолению, чем томаты и капуста. Среди бахчевых культур она занимает промежуточное положение.

Таблица 233

Предельная солевыносливость растений (содержание хлора на воздушно-сухую почву в %)

Культуры	Засоленность почвы
Тыква, томаты, капуста . . . . .	0,020
Дыни . . . . .	0,015
Арбузы . . . . .	0,008
Огурцы . . . . .	0,007

Таблица 234

Влияние различных концентраций NaCl (в молях) на проростки бахчевых культур

Культура	Резкое снижение прироста	Прекращение прироста
Арбуз . . . . .	0,002	0,03
Дыня . . . . .	0,005	0,03
Тыква . . . . .	0,010	0,07

Одной из первых работ по изучению сравнительной солевыносливости бахчевых культур была работа А. Р. Вернер и Н. Е. Бугаева (1935), проведенная на Быковской опытной станции бахчеводства. Авторы выращивали проростки бахчевых культур в растворах хлористого натрия и сернокислого натрия различных концентраций.

При выращивании в растворах NaCl различных концентраций отдельные культуры вели себя по-разному (табл. 234).

Из данных, представленных в табл. 234, можно сделать вывод о том, что тыква является культурой более солевыносливой к хлористым солям по сравнению с арбузом и дыней, что согласуется и с выводами В. Е. Кабаева (1953).

Удалось установить, что дыня увеличивает накопление NaCl только в том случае, если концентрация соли в растворе не превышает 0,02 моль; для тыквы эта величина составляет 0,03 моль. После этого накопление соли резко уменьшается и прекращается у дыни при концентрации соли 0,04 моль, а у тыквы — 0,06 моль.

При действии растворами сернокислого натрия тыква почти не снижает роста при концентрации этой соли до 0,03 моль, после чего даже незначительное увеличение концентрации ведет к мгновенной гибели растения. Арбуз и дыня растут в присутствии сернокислого натрия медленнее, прекращая рост при концентрации соли, равной 0,09 моль, но не погибая. Иными словами, арбуз и дыня более солевыносливы к сернокислым солям, чем тыква.

Сернокислый натр накапливается у тыквы до концентрации соли в растворе, равной 0,025 моль, затем накопление резко падает и при концентрации 0,03 моль прекращается. У арбуза и дыни накопление соли продолжает возрастать до концентрации 0,08 моль. Более высокая концентрация авторами не испытана.

Таблица 235

**Влияние засоленности почвы на сахаристость  
арбуза сорта Кохановский**

NaCl		H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	
засолен., %	сахар, %	засолен., %	сахар, %	засолен., %	сахар, %
0,13	6,57	0,28	6,79	0,2	6,32
0,27	7,87	0,57	7,71	—	—
0,42	7,21	0,85	7,25	—	—
0,55	5,32	1,13	7,13	—	—
—	—	1,71	8,25	—	—
0	6,37	0	6,37	0	6,37

В вегетационных опытах, проведенных А. С. Морозовым (1937) на Быковской опытной станции бахчеводства, получились обратные результаты. Автор приходит к тому выводу, что арбуз и дыня выносят хлористые соли лучше, чем сернокислые.

В практике распространено мнение, что невысокая степень засоленности способствует увеличению сахаристости плодов бахчевых культур. Этот вопрос изучался В. Д. Знаменским (1930) в вегетационных сосудах путем дополнительного засоления дерновой почвы. По его данным, слабое засоление почвы стимулирует рост, быстроту зацветания, увеличение размеров и сахаристость плодов арбузов (табл. 235).



Наибольшую выносливость арбуз обнаружил к засолению почвы сернокислым натрием, наименьшую — к азотнокислому аммонiu. Увеличение сахаристости сопровождалось опережающим накоплением фруктозы, повышенное содержание которой в плодах, как наиболее сладкого из сахаров, способствовало повышению и суммарных показателей сладости.

По данным А. С. Морозова (1937), наоборот, всякое дополнительное засоление почвы снижает качество и величину плодов у арбуза и дыни (табл. 236).

Таблица 236

Влияние засоленности почвы на сахаристость плодов арбуза и дыни

Вид засоления	Величина засоления, %	Общая сахаристость, %	Моносахара, %	Сахароза, %
<i>Арбуз Мелитопольский 142</i>				
Контроль	0	7,0	4,8	2,2
NaCl	0,127	6,4	4,5	1,9
NaCl	0,255	3,7	3,0	0,7
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,706	6,3	4,1	2,2
<i>Дыня Кассаба пятнистая</i>				
Контроль	0	7,1	5,5	1,6
NaCl	0,127	5,7	2,3	3,5
Na <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,706	6,3	1,7	4,5

Понижение сахаристости дыни на засоленных почвах происходит за счет снижения количества моносахаров, а количество сахарозы при засолении даже повышается.

Немногие приведенные выше данные, нередко противоречивые, указывают на недостаточную изученность физиологии солеустойчивости тыквенных. Несомненно то, что нельзя делать вывода об отношении к засолению почвы на основании опытов, проведенных только с одним каким-либо сортом каждой культуры.

ЛИТЕРАТУРА

Арасимович В. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1935, 12, 3; Сб. «Биохим. культ. раст.», 1938, 4; Сб. «Бахчев. СССР», Изд-во ВАСХНИЛ, 1939; Сб. «Биохим. культ. раст. Молдавии». Изд-во Картя Молдовеняскэ, Кишинев, 1966. Арасимович В. В., Раик С. Я. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1959, 5(50). Балашов Т. Н. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1959, 32, 3. Белик В. Ф. Выращивание бахчевых культур. Сталинград, 1956; Бахчевые культуры, М., Сельхозгиз, 1957; Научные труды НИИОХ, 3. М., «Колос», 1965; Докл. сов. ученых к 17-му Междунар. конгр. по садов. (Мэриленд, США). М., «Колос», 1966; Биологические основы культуры

тыквенных (огурец, арбуз, дыня, тыква). Автореф. докт. дисс. Л., 1967. Белик В. Ф., Подмогаева М. И. Сб. научно-техн. информ. по возделыванию овощных культур. НИИОХ, 1961. Белик В. Ф., Подмогаева М. И., Сазанова С. А. Научн. тр. НИИОХ, 3. М., «Колос», 1965. Белик В. Ф., Соломина И. П. Научн. тр. НИИОХ, 3. М., «Колос», 1965. Белик В. Ф., Соломина И. П., Плахова С. М., Козинер Э. П. Сб. «Биологич. основы повыш. качества семян с.-х. растений». М., «Наука», 1964. Белик В. Ф., Упит И. Э. и др. Сб. «Бахчеводство». М., Сельхозгиз, 1959. Беликов И. Ф. Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1962, 5. Бессонова Е. И. Агрофизиологическая характеристика сортов столового арбуза и дыни в условиях богары Узбекистана. Автореф. канд. дисс. Л., 1962. Білокінь І. П. Наукові зап., Київський універс., 1955, 13, 15. Бобкова Л. П. Автореф. канд. дисс. М., 1964; Физиол. раст., 1964, 11, 6. Бойко И. Я. Научн. зап. Днепропетр. гос. ун-та, 1940, 1, 1. Бугаев Н. Е. Тр. Быковской зональн. станции бахчев., 1935, 2. Будурян Н. Н. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1958, 5(50); Сб. «Вопросы физиол. и биох. культ. раст.». Кишинев, 1962. Бывших Н. А. Тр. Плодоовощн. ин-та им. Мичурина, 1953, 7; Биохимические изменения в созревающих семенах арбуза и роль плода в послеуборочном их дозревании. Автореф. канд. дисс. Мичуринск, 1954. Вернер А. Р., Бугаев Н. Е. Тр. Быковской зональн. станции бахчев., 1935, 2. Веселовская М. А. Сб. «Выращивание овощей». М., Сельхозгиз, 1959. Веселовская М. А., Тулупов Ю. К. Сб. «Советы овощеводам». Алт. кн. изд-во, 1961. Вобликова Т. В. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1953, 8, 1. Воронова А. Е. Новые способы выращивания теплолюбивых культур. Курган, 1950; Закалка семян и рассады теплолюбивых культур. Изд-во МСХ РСФСР, 1956. Галка А. Т. Сб. «Итоги работ Днепропетр. овоще-бахчевого отд. УНИИЗХ за 1937—1939 гг.», 4, 1941. Генкель П. А., Кушниренко С. В. Холодостойкость культурных растений. М., «Знание», 1959; Холодостойкость растений и термические способы ее повышения. М., «Наука», 1966. Генкель П. А., Марголина К. П. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1949, 6, 2. Гольдгаузен М. К. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1952, 4—5. Гордеева Н. Г. Сб. Тр. аспири. и молодых научн. сотр. ВИР, 1960; Исследование водного режима дыни в орошаемых условиях Средней Азии. Автореф. канд. дисс. Л., 1962. Горчаков В. В. Докл. ТСХА, 1961, 70. Дзевалтовский А. К. Укр. бот. журн., 1962, 19, 3. Добрунов Л. Г. Сб. «Проблемы фотосинтеза». М., Изд-во АН СССР, 1959. Дубинина И. М. Физиол. раст., 1961, 8, 4; Физиол. раст., 1965, 12, 4. Евстигнеева З. Г., Асеева К. Б. Природа, 1959, 5. Жолкевич В. Н., Корецкая Т. Ф. Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960. Зауралов О. А. Физиол. раст., 1963, 10, 5; Тр. НИИОХ, 1965, 3. Знаменский В. Д. Тр. с.-х. опытно. учрежд. Сев. Кавказа, 1927, 10; Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1930, 23, 3. Иванов Н. М. Сб. «Бахч. культуры юго-востока». Сталинград, 1941. Иванов Н. М., Александрова Р. С. Изв. Гос. ин-та опытно. агрономии, 1928, 6, 3—4. Кабаев В. Е. Соц. с.-х. Узбекистана, 1953, 1. Карпова З. Т. Докл. научн. конфер., 1957 г. Сталингр. СХИ, 1, 1958. Карташова С. А. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1925, 14, 2. Касьянов Ф. М. Возделывание бахчевых культур в условиях песчаной полупустыни. Астрахань, 1947. Кахана Б. М. Сб. «Биох. культ. раст., Молдавии». Кишинев, «Карта Молдовеняскэ», 1966. Квит Р. И. Научн. тр. Укр. н.-и. ин-та овощеводства, 1954, 3. Кобытев С. И. Изв. АН ТуркмССР, 1951, 2; Автореф. канд. дисс. Ашхабад, 1952; Картоф. и овощи, 1963, 8; Тр. НИИОХ, 1965, 3; Картоф. и овощи, 1967, 1. Кокушкина Р. П. Динамика роста и строения корневой системы тыквы при различных площадях питания. Автореф. канд. дисс. Саратов, 1952. Корейша З. И. Сб. научн. работ по бахчевым культурам. Госиздат УзбССР, 1952. Краснокутский В. П. Кабачки как кормовая культура. М., Сельхозгиз, 1952. Кривченко Л. Е. Сб. «Бахчевые культуры». Сельхозгиз, 1938. Кре-

тович В. Л., Евстигнеева З. Г., Асеева К. Б., Савкина И. Г. Физиол. раст., 1959, 6, 1. Кротова О. А., Власова Л. Н. Сб. «Воспитание рассады овощных растений». М., Сельхозгиз, 1959. Кружилин А. С. Биологические особенности орошаемых культур. М., Сельхозгиз, 1954. Кудрявцева М. А. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1930, 23, 3. Кулаева О. Н., Силина Е. И., Курсанов А. Л. Физиол. раст., 1957, 4, 6. Курсанов А. Л., Выскребенцева Э. И. Физиол. раст., 1960, 7, 3. Курсанов А. Л., Кулаева О. Н. Физиол. раст., 1957, 4, 4. Курсанов А. Л., Туева О. Ф., Верещагин А. Г. Физиол. раст., 1954, 1, 1. Лебл Д. О. Получение раннего и высокого урожая кабачков в условиях Московской области. Автореф. канд. дисс. М., 1954. Листопадов И. Н. Сельск. х-во Поволжья, 1957, 5. Лутухин С. Тр. Агрохимической лаборатории Политехн. музея, 1927, 1. Львова И. Н. Сб. «Морфогенез растений», 2. Изд-во МГУ, 1961; Научн. тр. НИИОХ, 3, 1965. Львова И. Н., Баханова С. Г. Сб. «Биологич. контроль в сельск. х-ве». Изд-во МГУ, 1962. Львова И. Н., Семенко А. И., Сакович И. С., Сб. «Биологич. контроль в сельск. х-ве». Изд-во МГУ, 1962. Львова И. Н., Чуванова Л. Сб. «Биологич. контроль в сельск. х-ве». Изд-во МГУ, 1962. Лясковский Н. Прорастание тыквенных семян в химическом отношении. Университетская типография. М., 1874. Лященко И. Ф. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., сер. А, 12, 1934; Уч. зап. биол. НИИ при Рост. н/Д ун-те, 1, 1938; Тр. Рост. обл. биол. о-ва, 2, 1938а; 3, 1939. Максимов Н. А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. М., Изд-во АН СССР, 1952. Малинина М. И. Особенности роста и развития арбузов на богаре в полупустынной зоне Западного Казахстана. Автореф. канд. дисс. Л., 1960. Матненко Б. Т. Изв. Молд. фил. АН СССР, 1954, 6. Милованова Л. В., Филов А. И. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1954, 31, 1. Мина Е. Г. Смещение пола у растений воздействием факторов внешней среды. М., Изд-во АН СССР, 1952. Мичурин И. В. Соч., 1. М., Сельхозгиз, 1948. Морозов А. С. ДАН СССР, 1937, 21, 6. Незговоров Л. А., Соловьев А. К. Физиол. раст., 1958, 5, 5; Сб. «Физиология устойчивости растений». М., Изд-во АН СССР, 1960; Физиол. раст., 1965, 12, 3. Огиевская Е. В. Овощеводство, 1940, 9; Сб. «Бахчевые культуры Юго-Востока». Сталинград, 1941. Палилов Н. А. Тр. НИИОХ, 1965, 3. Пангалло К. И. Бахчеводство СССР. ОГИЗ, 1933; ДАН СССР, 1936, 12, 2. Пантелеева Н. И. Тр. Молд. НИИ орош. землед., 1959, 1; 1960, 2. Певнев Д. С. Химизация соц. земледел., 1934, 8; Сб. «Бахчевые культуры», М., Сельхозгиз, 1938. Петин Н. С., Молотковский Ю. Г. Физиол. раст., 1956, 3, 6; Сб. «Водный режим растений в засушл. районах СССР». М., Изд-во АН СССР, 1961. Пиуновский Б. А. Докл. ВАСХНИЛ, 1952, 4. Полищук Л. К. О физиологических процессах тыквы при пониженных температурах. Изд-во Киевск. гос. ун-та, 1949. Попова З. Н. Уч. зап. Саратовск. гос. ун-та, 1937, 1(14), 1. Потульницький П. М., Гресь Н. М. Наукові зап. Черк. держ. пед. Інст., 1958, 13, 4. Ракитин Ю. В. Изв. АН СССР, 1936, 4. Расулов А. Картоф. и овощи, 1964, 9. Репин А. Н. Осн. выводы по полевым опытам за 1945—1947 гг. Эрзатовского опытно. поля. Днепропетровск, 1948; Колгоспник України, 1955, 4. Репин А. Н., Тишков С. И. Докл. ВАСХНИЛ, 1939, 21. Рубин Б. А., Метлицкий Л. В. Основы хранения овощей и плодов. М., Изд-во АН СССР, 1955. Сабинин Д. А. Тимирязевск. чтения, 9. М., Изд-во АН СССР, 1949. Сабинина И. Г. Научн. тр. Ташк. ун-та, 193. Ташкент, 1962. Сикстель Д. А. Тр. по прикладн. бот., ген. и сел., 1935, 3, 12. Скрипка П. А. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1953, 8, 1. Синюхин А. М. Сб. «Роль минеральных элементов в обмене веществ и продуктивности растений». М., «Наука», 1964. Синюхин А. М., Горчаков В. В. Докл. ВАСХНИЛ, 1963, 89. Софронов М. Е. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1930, 23, 3. Старчевская К. П. Сб. работ биол. ф-та Днепропетровск. ун-та, 1940, 18, 3. Тарбаева Л. П. Сб. «Совет. по морфогенезу», 2.

Изд-во МГУ, 1959; Изв. Сиб. отд. АН СССР, 1959а, 9; Биологическое обоснование возделывания дынь и арбузов в условиях Новосибирской области. Автореф. канд. дисс. М., 1959б; Сб. «Морфогенез раст.», 2. Изд-во МГУ, 1961. Тетюрев В. Докл. ВАСХНИЛ, 1944, 11—12. Титова О. В. Изучение созревания плодов дыни. Автореф. канд. дисс. М., 1953. Титаченко И. Г. Сб. тр. аспиранта и молодых научн. сотр. ВИР, 1963, 3. Ткаченко Ф. А. Научн. тр. Укр. НИИ овощеводства, 1954, 3. Тропина Л. П. Тр. Центр. Сиб. бот. сада, 1961, 5. Упит И. Э. Научн. тр. Быковской бахч. опытн. станции, 1957, 4; Опыт применения поливов арбузов в условиях Заволжья Сталинградской области. Автореф. канд. дисс. М., 1959. Усатюк М. К., Шустров В. В. Хранение и переработка арбузов, дынь и тыкв. Торгиздат, 1956. Успенская Е. В. Сб. «Бахчев. Ср. Азии». Изд-во МСХ СССР, 1959. Филов А. И. Соц. растениеводство, 1935, 16; Сб. научн. работ по бахч. культурам. Ташкент, 1952; (ред.) Бахчеводство. М., Сельхозгиз, 1959; Сб. «Бахчев. Ср. Азии». Изд. МСХ СССР, 1959а; Агроэкологическая изменчивость культурных тыквенных. Автореф. докт. дисс. Л., 1961; Фурса Т. Б. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1962, 35, 1. Хлебникова Н. А. Изв. АН СССР, 1932, 8; Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1937, 1, 2. Чесноков В. А. Тр. Ин-та физиол. раст. АН СССР, 1955, 10. Чешко В. А. Научн. тр. Укр. НИИ овощеводства, 1950, 2. Эситашвили Г. Л. О биологии, агротехнике, селекции и семеноводстве арбуза и дыни. Тбилиси, 1956. Юрина О. В. Сб. «Достижения по растениеводству». М., Сельхозгиз, 1958; Тр. НИИОХ, 1965, 3; Селекция и семеноводство тыквенных культур. М., «Колос», 1966. Venuti A. L'Agricoltura. Ital. 1957, 57, 8. Colwell R. N. Thesis. Univ. of Calif., 1942. Crafts A. S., Lorenz O. A. Plant physiol., 1944, 19, 1. Culpepper C. W. Amer. J. Bot., 1937, 24, 9. Heumann W. Planta, 1944, 34, 1. Hopp R. J., Merrow S. B., Elbert E. M. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1960, 76. Ivanoff S. S. J. Hered., 1954, 45, 4. Jegorow M. Bot. Zbl., 1906, 101. Kursanov A., Kulaeva O. Agrochimica, 1958, 3, 1. Lockhart J. A. Physiol. Plant., 1958, 11, 3. Lockhart J. A., Deal P. H. Naturwiss., 1960, 47, 6. Masui M., Fukushima Y., and oth. J. of Hortic. assoc. of Japan, 1960, 29, 1, 2, 3. Nitsch J. P., Kurtz E. B., Liverman J. L., Went F. W. Amer. J. Bot., 1952, 39, 1. Ogle W. L., Christopher E. P. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1957, 70. Pisani P. L., Riv. Ortofrutticoltura ital., 1958, 42, 7—8. Rosa J. T. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1924, 21. Seaton H. L., Kremer J. C. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1939, 36. Sinnot E. W. Amer. J. Bot., 1939, 26; Growth, 1945, 9, 2. Whitaker T. W., Pryor D. E. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci., 1946, 48. Wiggans C. C. Des Moines. Transactions Iowa Hort. Soc., 1938, 73. Wittwer S. H., Bucovac M. J. Farm chemicals, 1958, 121, 1, 36. Zeller A. Jahrb. wiss. Bot., 1935, 82.

# ФИЗИОЛОГИЯ БЕЛОКОЧАННОЙ И ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ

## Введение

Капуста является ценной овощной культурой, богатой сахарами, витаминами, минеральными солями, кислотами и другими веществами. Для питания она используется в свежем, квашеном и консервированном виде. В культуре распространено много разных форм капусты — от однолетних скороспелых форм, листовых и цветных, до самых позднеспелых двулетних форм. Особенно много разнообразных однолетних сортов капусты культивируется в странах Юго-Восточной Азии.

Белокочанная капуста (*Brassica oleraceae*) относится к семейству крестоцветных (Cruciferae). В СССР возделываются главным образом следующие ее разновидности: белокочанная двулетняя капуста, в меньшей степени цветная и еще меньшей — листовая. Поскольку по своей биологической природе белокочанная капуста отличается высокой требовательностью к воде, является холодостойкой и хорошо растет при умеренных температурах, она распространена в СССР преимущественно в центральных и северных районах страны, встречаясь даже на границе земледелия в Заполярье. Здесь, в ряду немногих возделываемых культур (ячмень, брюква, репа и др.), капуста занимает одно из основных мест, так как она выдерживает морозы до  $-10^{\circ}$  и отличается хорошим ростом при низких положительных температурах порядка  $10-15^{\circ}$ .

Холодостойкость проростков (всходов) капусты довольно высокая. По данным Е. И. Ушаковой (1935), проростки капусты при позднем посеве в поле выдерживали морозы до  $(-9^{\circ})$  —  $(-5^{\circ})$ .

В СССР, на севере Западной Европы и в Азии белокочанная капуста возделывается с глубокой древности. Благодаря народной многовековой селекции создано много ценных местных сортов, широко распространенных в настоящее вре-

мя: Каширская, Вальватьевская, Белорусская, Брауншвейгская (Рытов, 1891; Кичунов, 1926; Пестова, 1955; Лизгунова, 1965).

В СССР среди других овощных культур капуста занимает наибольшие площади — около 500 тыс. га (Луковникова, 1961). При этом в южных районах капуста занимает относительно меньшие площади по сравнению с теплолюбивыми и более засухоустойчивыми культурами — томатами, огурцами и др.

Белокочанная капуста выращивается в СССР только в открытом грунте, главным образом рассадным способом; цветная капуста выращивается частично в защищенном грунте. В последние годы на юге страны начали сеять позднюю кочанную капусту семенами в грунт, что обеспечивает лучшее укоренение и приспособление растений к условиям среды. Новые сорта поздней белокочанной капусты, выведенные в южных районах (на Кавказе, Украине и в Болгарии), отличаются повышенной жаро- и засухоустойчивостью, что позволяет успешно вести культуру капусты в этих условиях.

## РОСТ И РАЗВИТИЕ РАСТЕНИЙ КАПУСТЫ

### ХРАНЕНИЕ, ПРОРАСТАНИЕ И ЯРОВИЗАЦИЯ СЕМЯН

Капуста относится к двудольным растениям; первичные запасы питательных веществ находятся в семядолях семени. Семена капусты богаты жиром и поэтому их трудно сохранять (Макаро, 1962); в случае длительного похолодания после посева они быстро загнивают и теряют всхожесть. В семенах капусты содержится глюкозид синергин (Muller, 1954), что также может оказывать влияние на их хранение и всхожесть.

Режим хранения семян капусты по принятым в СССР условиям (ГОСТ) должен быть следующим: влажность семян 11—13%, температура в хранилище не выше (+11°)—(+14°), относительная влажность воздуха не более 80%. Закладываемые на хранение семена должны быть полностью созревшими; присутствие недозревших семян с неглубоким покоем и активным дыханием вызывает их саморазогревание, плесневение и гибель.

Всхожесть семян можно повысить их обработкой 0,02% раствором гетероауксина при (+3°)—(+13°) в течение суток. Прорастание семян капусты зависит от ее форм: семена позднеспелых и раннеспелых двулетних форм белокочанной капусты прорастают при (+6°)—(+8°), а семена цветной капусты при (+9°)—(+10°).

Развитие растений начинается с прорастания семян при соответствующем оптимуме комплекса внешних условий.

У двулетних форм белокочанной капусты, даже самых скороспелых сортов (Номер первый и др.), стадия яровизации начинается с прорастания семени и заканчивается в зеленом растении (Лысенко, 1936). Исследованиями К. Д. Сукорцевой и В. И. Эдельштейна (1931) было установлено, что в проросших семенах капусты яровизация при  $(0^{\circ}) - (+5^{\circ})$  почти не проходит, а полученные из этих семян сеянцы не стрелкуют (за исключением отдельных экземпляров), в то время как рассада и семенники капусты с кочаном в этих условиях нормально яровизируются. При этом оказалось, что у семенников капусты почки разных ярусов кочерыги завершают яровизацию одновременно.

В работах Ф. Э. Реймерса (1939, 1941) и Л. В. Михайловой (1936, 1954) с различными сортами белокочанной капусты (Номер первый, Слава, Амагер, Сабуровка, Московская поздняя) было установлено, что у этих сортов яровизация в семенах не завершается. Авторы яровизировали прорастающие семена в темноте и на свету в течение разных сроков — от 20 до 120 дней. После посева таких семян стрелкующиеся растения получены не были. Правда, урожай кочанов капусты при посеве яровизированными семенами значительно повысился (до 29%), а созревание кочанов наступило на 5—10 дней раньше. Это было использовано в качестве агроприема для получения раннего высокого урожая. Опыты В. А. Чеснокова (1934, 1936) и Е. И. Ушаковой (1935) с целью проверки яровизации в условиях подзимнего посева также показали, что при этом яровизация в семенах не завершается. Однако более поздними исследованиями Г. В. Лизгуновой и А. П. Федуловой (1957) было установлено, что после 80 дней яровизации семян ранних сортов при температуре  $(0^{\circ}) - (+5^{\circ})$  стрелкует до 50% растений. Семена позднеспелых сортов в этих условиях не яровизируются. Раннеспелые сорта китайской капусты, например Сюген, полностью яровизируются в семенах за 20 дней при  $(0^{\circ}) - (+5^{\circ})$ .

### УСЛОВИЯ ЯРОВИЗАЦИИ СЕЯНЦЕВ И СЕМЕННИКОВ КАПУСТЫ

Опытами Миллера (Miller, 1929) было установлено, что переход белокочанной капусты к цветению происходит после выдерживания молодых растений при пониженных температурах. Испытания сроков и условий, необходимых для яровизации растений разного возраста, проведенные с этой целью Л. В. Михайловой (1936, 1954), показали, что яровизация проростков в течение 30 дней при температуре  $(0^{\circ}) - (+8^{\circ})$  не дала положительных результатов. Растения более позднего возраста оказались отзывчивее на пониженные температуры: у 30-дневной рассады было получено 8—20% стрелкующих

растений; 60-дневная рассада давала 40—50% стрелкующих растений. Выращивание рассады до яровизации в условиях длинного и непрерывного дня несколько повышало количество стрелкующих растений. Автор приходит к выводу, что капуста сортов Номер первый и Слава проходит яровизацию в возрасте двух месяцев, а капуста сорта Московская поздняя — в возрасте трех месяцев. Опыты А. С. Кружилина и З. М. Шведской (1960) показали, что в наклонувшихся семенах раннеспелого сорта капусты Номер первый яровизация не задерживается. Сеянцы этого раннеспелого сорта в возрасте 5—6 листьев яровизируются в течение 60—65 дней при температуре от 0 до (+10°) — (+12°). Чем дольше длится яровизация, тем быстрее наступает стрелкование и цветение. Однако несмотря на то что капуста имеет гигантскую почку (кочан) с многочисленными листьями и большим запасом питательных веществ, она без яровизации не стрелкует, а верхушечная точка роста не дифференцируется.

Л. В. Михайлова (1936) отмечает, что яровизированные сеянцы ранней капусты слабо реагируют на изменение длины дня. Это подтвердилось и в наших опытах (Кружилин, Шведская, 1960). Оказалось, что при выращивании в условиях короткого дня стрелкование лишь немного задерживалось и почти не отражалось на сроках цветения, т. е. проявлялась фотопериодическая нейтральность, что обуславливается завершившейся дифференциацией почек в этих условиях. При яровизации в условиях 10—12° отмечается задержка развития, что можно объяснить недояровизацией растений (табл. 237).

Сеянцы поздней капусты сорта Амагер, выращивавшиеся по 5—7 растений в вазоне и имевшие недоразвитые листья, яровизировались лишь в возрасте более 100 дней; продолжительность этой стадии была не менее 90—100 дней. При выращивании в вазонах по одному сеянцу этого сорта растения в возрасте 55 дней, имевшие более 8—10 мощных листьев с площадью листьев 400—500 см<sup>2</sup>, нормально яровизировались в течение 70—80 дней при 2—6° и зацвели (рис. 53); у поздней капусты яровизация лучше проходила при пониженной температуре, что указывает на приспособительный характер этого явления в связи с выращиванием капусты до поздней осени (до заморозков).

Таблица 237

**Влияние различных температур на прохождение яровизации сеянцев ранней капусты сорта Номер первый**

Температура яровизации, °С	Срок яровизации, дни	Количество дней от конца яровизации до цветения 60% растений	
		на длинном дне	на коротком дне
0—2	60	42—49	56—63
2—3	70	32—33	40—45
5—6	70	25—38	25—40
10—12	70	26—28	50—60
3—5	84	21—22	21—23



С момента окончания яровизации и до начала цветения капуста проходит еще около 25—30 дней. В условиях короткого дня рост цветочных стрелок и цветение несколько задерживаются (табл. 238). И только у растений более старых, с начинающейся завивкой кочана, т. е. приближающихся к семенникам (возраст 120 дней), и при длительной яровизации реакция на длинный и короткий день выравнивается (прояв-

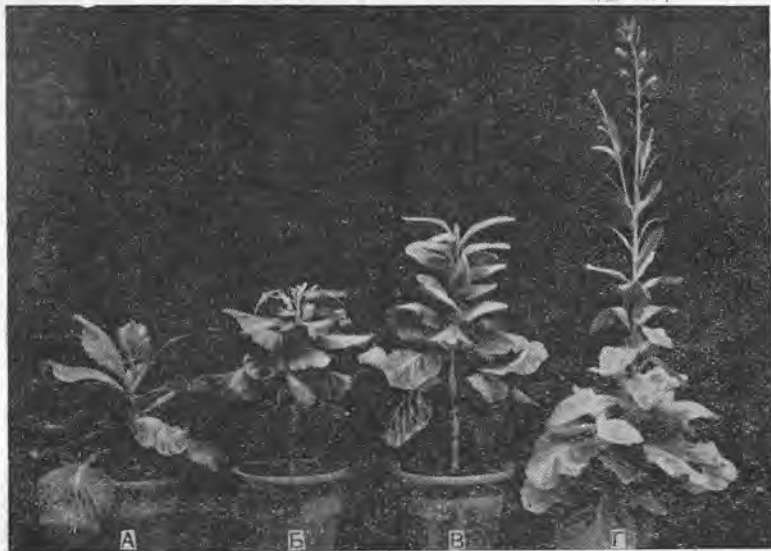


Рис. 53. Влияние яровизации и продолжительности дня на развитие сеянцев поздней капусты сорта Амагер:

А — яровизация 60 дней при 5—6°; Б — яровизация 80 дней при 5—6°; В — яровизация 80 дней при 2°; Г — яровизация 80 дней при 2°; А, В — короткий день после яровизации, Б, Г — длинный день после яровизации

ляется нейтральность), а цветение в сравнении с молодыми растениями ускоряется почти в два раза (15 и 24 дня). Последнее связано с тем, что после давно закончившейся яровизации начавшаяся дифференциация почек у этих растений продвинулась гораздо дальше, поэтому они раньше бутонизируют и зацветают.

Установлено, что почки кочерыги семенника капусты являются разностадийными. Самая верхняя почка капусты наиболее деятельна, и она прежде всего воспринимает яровизационное воздействие. Почки, расположенные ниже, частично находятся в покоем состоянии; поэтому они реагируют на низкие температуры различно, в зависимости от их пробуж-

## Особенности развития сеянцев поздней капусты Амагер

Возраст растений, дни	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Температура при яровизации, °С	Яровизация, дни	Продолжительность дня после яровизации	Дифференциация почек, дни яровизации	Начало цветения, дни после яровизации
55	Около 420	0—2	40	Длинный день	Нет	Нет
55	» 420	0—2	60	То же	На 47—55-й день	24—35
55	» 420	5—6	80	» »	46—48	19—20
55	» 420	5—6	80	Короткий день	46—48	30—32
70	Более 500	0—2	70	Длинный день	44—45	20—28
120	» 600	0—5	90	То же	40—42	14—20
120	» 600	0—5	90	Короткий день	40—42	15—21

дения. Самые нижние почки еще менее активны и почти не воспринимают яровизационных воздействий. Поэтому после высадки верхние почки кочерыг зацветают быстрее других и раньше дают зрелые семена; средние также дают семена и частично вегетативные побеги, а нижние — только вегетативные побеги.

В. О. Казарян (1954, 1959), изучая вопросы разнокачественности почек капустных растений, показал, что уже в первый год они различны; он объясняет это неодинаковым снабжением почек питательными веществами во время роста. Верхняя почка, по его мнению, является более активной, так как сосредоточивает все сосудистопроводящие пучки; поэтому она наиболее обильно снабжается питательными веществами и воспринимает яровизационные воздействия раньше и активнее, чем нижние почки. Последние проявляют все признаки покоя (обособление протоплазмы, слабая адсорбция веществ) и требуют для яровизации большего количества дней. Пробуждение почек происходит под влиянием высокой температуры, когда усиливается передвижение веществ к почкам и в них начинается десорбция азотистых и жироподобных веществ, увеличивается содержание углеводов и концентрация клеточного сока, изменяется состояние протоплазмы. В результате почки становятся деятельными и пробуждаются. Автор отвергает объяснение разнокачественности почек корреляцией с фитогормонами и ауксинами.

Соглашаясь с мнением В. О. Казаряна о положительной роли передвижения веществ при пробуждении почек, все же следует отметить, что без яровизации в процессе сильного роста они не дифференцируются, а растения не зацветают.

Н. А. Палилов и И. Т. Палилова (1956) отмечают, что быстрое стрелкование, последующий хороший рост и формирование соцветий ранней капусты сорта Номер первый наблюдается у растений, хранившихся при температуре (+2°) — (+4°). Хранение при отрицательных температурах (—1°) — (—3°) задерживает яровизацию и стрелкование капусты. У позднего сорта Амагер в этих условиях растения развиваются нормально. Следовательно, для капусты сорта Амагер требуются более низкие яровизирующие температуры.

В настоящее время в литературе встречаются указания на то, что для яровизации семенников требуется период пониженных температур (2—4 месяца). Для проверки этого положения (Кружилин и Шведская, 1960) был проведен следующий опыт: семенники капусты, полученные с Грибовской селекционной станции в конце сентября, были заложены на хранение в камеры при различных температурах. Контрольные семенники находились до высадки в теплой оранжерее при температуре 18—20°; для предохранения от завядания их периодически смачивали водой. Наблюдения за растениями, высаженными в вазоны, показали, что для яровизации семенников раннеспелого сорта капусты Номер первый требуется период продолжительностью не два-три месяца, а всего лишь три недели, после чего они нормально и быстро стрелкуют в условиях длинного дня; формирование соцветий в условиях короткого дня лишь немного замедляется, т. е. проявляется нейтральность к длине дня. Стрелкование семенников ранней капусты наиболее быстро наступило у растений, яровизовавшихся при переменной температуре (5—12°), что связано, по-видимому, с благоприятным сочетанием условий для яровизации и более быстрым ростом дифференцированных почек. Последнее подтверждается тем, что при более продолжительной яровизации (70 дней) стрелкование как бы ускоряется даже по сравнению с яровизацией при температуре 1—2° (табл. 239).

Таким образом, яровизация семенников капусты проходит в 2—3 раза быстрее, чем сеянцев, что, очевидно, связано с большим количеством питательных веществ, накопленных в запасных органах, и большой мощностью растений, обуславливающих не только быстрое прохождение яровизации, но дифференциацию и стрелкование растений даже в темноте. Поэтому после яровизации семенники проявляют фотопериодическую нейтральность.

Наши исследования показали, что яровизация растений зависит не от возрастного состояния растений, а от площади имеющихся у них листьев (табл. 240).

Яровизация двулетних растений, несущих сформированные листья, проходит быстрее в условиях освещения, чем на коротком дне и в темноте (как и у озимых культур). Напри-

мер, сеянцы ранней капусты сорта Номер первый в возрасте 50 дней были яровизированы в темноте в течение 70 дней и стрелковали после этого через 50—52 дня, а при яровизации их в условиях непрерывного освещения стрелковали через

Таблица 239

**Яровизация семенников капусты**

Температура яровизации, °С	Продолжительность яровизации, дни	Продолжительность дня после яровизации	Продолжительность периода от посадки до стрелкования, дни
----------------------------	-----------------------------------	--	---

*Ранняя капуста сорт Номер первый*

5—12	19	Короткий	24—25
1—2	35	»	23
1—2	35	Длинный	20
2—4	52	Короткий	10—23

*Поздняя капуста сорт Амагер*

0—2	60—70	Длинный	25—30
0—2	60—70	Короткий	25—30

20—25 дней. Растения, яровизировавшиеся без листьев (с голыми побегам), образовали затем в теплой оранжерее листья на верхушке побега и через месяц имели почти нормальный габитус, но не стрелковали и не цвели; следовательно,

Таблица 240

**Влияние площади листьев сеянцев капусты сорта Номер первый при яровизации на дальнейшее развитие растений**

Перед яровизацией			Продолжительность яровизации, дни	Стрелкование после яровизации дни
возраст от всходов, дни	число листьев	площадь листьев, см <sup>2</sup>		
30	2—3	18—20	65	Не стрелкует
35	3—4	35—40	70	65—70
42	4—5	50—60	65	38—39
53	6—7	90—100	65	18—19
94	Листья удалены	—	65	Не стрелкует
175	Более 12—15	Более 200	30	« «
175	То же	То же	50	37—38

капуста не яровизируется без листьев. Удаление листьев у сеянцев капусты после яровизации не задерживало бутонизации, поскольку почки были дифференцированы, но так как сеянцы не имели запасяющих органов (кочанов), то растения скоро погибли; семенники с кочерыгами в этих же

условиях росли нормально. Задержка яровизации при отсутствии листьев указывает на связь этого процесса с фотосинтезирующими органами, в которых возникают качественные специфические процессы обмена веществ, локализующиеся затем в точках роста почек.

Удаление листьев у семенников капусты не задерживало стрелкования и цветения растений после яровизации, так как начальная дифференциация у них уже прошла, а для дальнейшего роста цветочных стрелок (стеблей) они имели большие запасы питательных веществ.

### ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧЕК У БЕЛОКОЧАННОЙ И ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ

Наблюдениями установлено, что у белокочанной капусты начальная дифференциация стеблевых почек осуществляется в конце яровизации и при пониженных температурах (физиологический нуль ниже  $5^{\circ}$ ), в условиях замедленного роста (Василевская, Лизгунова, 1951; Verkerk, 1954; Кружилин, Шведская, 1960).

При выращивании капусты в полевых условиях с изменяющимся температурным режимом, оказывающим влияние на яровизацию, трудно установить продолжительность процесса яровизации и сроки дифференциации почек.

В связи с этим были поставлены опыты в контролируемых условиях Станции искусственного климата (Кружилин, Шведская, 1960). Семена ранней капусты сорта Номер первый были высеяны в вазоны и выращивались в оранжерее при  $18-20^{\circ}$ . Через два месяца, когда растения находились в фазе 5—6 листьев, их ставили на яровизацию при температуре  $2-3^{\circ}$ . Завершение яровизации контролировалось по биологическим реакциям — наступлению бутонизации и цветения. Для этого растения, снятые с яровизации, помещали в теплой оранжерее в условия длинного дня; перестановка растений проводилась через каждые 10 дней, начиная с 20-го дня яровизации. В эти же дни брали пробы растений для определения дифференциации верхушечных стеблевых почек.

Наблюдения показали, что период начальной дифференциации конуса нарастания стеблевых почек семян ранней капусты при прохождении яровизации можно разделить на четыре отчетливо выделяющиеся этапа органогенеза, из них первый и второй — вегетативные, а третий и четвертый — генеративные.

*Первый этап* охватывает первые 10 дней яровизации, когда стеблевая почка находится в вегетативном состоянии, а диаметр ее достигает 100—150 мк (рис. 54).

*Второй этап органогенеза* проходит в последующие 15—25 дней яровизации. Точка роста также остается в это время

в вегетативном состоянии, однако сама она и прилегающие к ней листочки сильно набухают и увеличиваются в размерах в 2—3 раза, достигая 250—300 мк.

*Третий этап органогенеза* наступает спустя 40—50 дней после начала яровизации, когда почка из вегетативного состояния переходит в генеративное и на ней появляются видимые меристематические бугорки будущих бутонов соцветия; рост почки замедлен, ее диаметр достигает 350—400 мк.

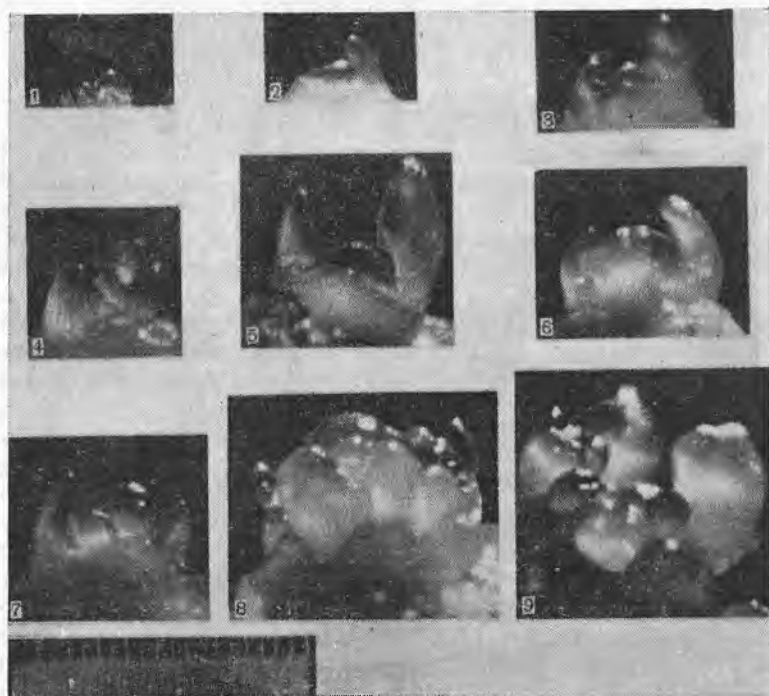


Рис. 54. Дифференциация почек сеянцев капусты сорта Номер первый в процессе яровизации:

А — перед яровизацией; В — 14 дней яровизации (А—В — первый этап органогенеза); В — 24 дня яровизации; Г — 35 дней; Д — 41 день яровизации (В—Д — второй этап органогенеза); Е — 52 дня яровизации; Ж — 58 дней; (Е—Ж — третий этап органогенеза); З — 81 день яровизации (четвертый этап органогенеза); И — 81 день яровизации и 4 дня отраживания при повышенной температуре (пятый этап органогенеза)

*Четвертый этап органогенеза* наступает на 55—60-й день яровизации, когда меристематические бугорки быстро увеличиваются в размерах и точка роста достигает диаметра 600 мк; в это время начинают дифференцироваться боковые почки, заложившиеся ниже верхушечной.

В дальнейшем, если яровизированные растения держать

в условиях низких температур, бутоны не развиваются и стрелкование не наступает. Эти процессы быстро (в течение нескольких дней) осуществляются лишь при переносе растений в условия повышенных температур (выше 15—20°). При этом рост бутонов усиливается и все соцветие увеличивается в размерах до 2—3 мм. Это *пятый этап органогенеза*, который наступает лишь при высокой температуре. Через 20—25 дней после этого растения стрелкуют. По данным Ямаски (Jamasaki, 1962), у сверххранной китайской капусты дифференциация почек проходит при температуре 3—13°.

Дифференциация сеянцев поздней капусты сорта Амагер даже в возрасте 70 дней при температуре 2° проходит позже и медленнее. Так, второй этап органогенеза начинается у нее через 40 дней, третий — через 50—55 дней, а четвертый — через 70—75 дней после начала яровизации. В возрасте 55 дней третий этап органогенеза начинается лишь на 60—62-й день яровизации, проводимой при температуре 2°.

По данным В. К. Василевской и Т. В. Лизгуновой (1951), рассада сорта Номер первый, высаженная в июне при последующем похолодании в условиях Ленинграда, проходит яровизацию в конце лета и в сентябре; в сформировавшихся кочанах начинается дифференциация почек. На поздние сорта капусты сорта Амагер летнее похолодание влияет мало. В условиях Москвы, по нашим наблюдениям, в холодное лето частичная дифференциация почек у сорта Номер первый отмечалась уже в августе. На аналогичные явления в Англии указал Норс (North, 1957).

У семенников раннеспелого сорта капусты Номер первый появление бугорков (третий этап органогенеза) отмечается очень быстро — уже через 10 дней после начала яровизации, т. е. раньше, чем у сеянцев того же сорта. Через 20 дней наступает четвертый этап: деление всей почки на меристематические бугорки будущих бутонов соцветия. В условиях теплой оранжереи через 5—10 дней после высадки в вазоны с почвой бугорки почек превращаются в бутоны, а еще через 10—15 дней растения стрелкуют и зацветают при любой продолжительности дня, что указывает на их фотопериодическую нейтральность. У семенников этого сорта весь период от начала яровизации до стрелкования продолжается около 40—45 дней.

Наблюдения за начальной дифференциацией почек у семенников позднеспелого сорта Амагер показали, что этот процесс проходит у него те же этапы органогенеза, однако продолжительность каждого этапа большая; поэтому яровизация и дифференциация идут медленнее. Например, если у раннеспелого сорта капусты Номер первый качественно переломный (третий) этап виден на 15—20-й день после начала яровизации, то у сорта Амагер третий этап наступает через 35—

40 дней, а четвертый — лишь через 50—60 дней, когда стадия яровизации уже закачивается. Дифференциация почек начинается также при низких температурах, поэтому после яровизации сорт Амагер проявляет также фотопериодическую нейтральность.

Следует отметить, что на зимнем коротком дне с пониженной интенсивностью света формирование цветочных органов и зацветание сеянцев капусты не происходит; это указывает на важность спектрального состава света для осуществления процессов последующих стадий.

Знание условий дифференциации почек капусты открывает возможность для управления процессом начального морфогенеза (ускорение или замедление его) и формированием урожая семян при помощи факторов питания, водного режима, химических препаратов и пр. Метод морфо-физиологического анализа можно использовать и в селекции.

Дифференциация почек и образование репродуктивных органов у цветной капусты имеет, в отличие от белокочанной, более сложную природу, что обусловлено быстрым превращением на первом этапе формирования цветоножек в побеги (оси) нескольких порядков, а закладывающихся бутонов — в ворсинки (ненормальные цветки).

Рао (Rao, 1938) указывал, что у цветной капусты с момента образования головки завершается вегетативная фаза роста растений и начинается репродуктивная, если для этого имеются соответствующие условия.

Наблюдениями Д. И. Нацентов (1959) установлено, что эти недоразвитые зачатки, образующие головку, возникают лишь при температурах 13—18°; появляющиеся побеги рассматриваются им в качестве цветочных стрелок репродуктивных органов. Ямасак (Jamasaki, 1962) показал, что дифференциация почек цветной капусты происходит при температуре 15—18°. Л. А. Слудская (1956) пришла к выводу, что ветвящийся генеративный побег (головка) цветной капусты формируется после прохождения яровизации и световой стадии развития. В. И. Эдельштейн (1962) считает, что цветоносные побеги соцветия (головки) утолщаются и играют роль запасящих органов, а процесс отложения в них запасных веществ осуществляется перед цветением. Т. В. Лизгунова и А. П. Федулова (1957) указывают, что начальные этапы дифференциации конуса нарастания у цветной капусты не отличаются от этих этапов у двулетних форм кочанной капусты.

Следует отметить, что, несмотря на указанные факты, до последнего времени оставался неясным вопрос о том, почему же эти побеги-цветоножки превращаются в запасящие органы и тормозят формирование цветков, а также каковы особенности органогенеза у этого растения. А. И. Климовой



(1961) удалось ответить на эти вопросы. Она показала, что дифференциация конуса нарастания сеянцев (рассады) цветной капусты начинается с появления на нем бугорков, из которых формируются сегменты (зачатки) не цветков, а побегов многих осей первого порядка (рис. 55). Затем эти побеги быстро ветвятся, образуя побеги второго, третьего и последующих порядков. Таким образом, головка в фазе технической спелости состоит из массы сочных утолщенных побегов («запасных органов») верхних и средних порядков с ветвящимися конусами нарастания и с зачатками цветков. Однако цветочные почки закладываются на побегах нижнего порядка значительно позже и быстро отмирают; цветки их abortивны, что связано с недостатком поступающих сюда питательных веществ в силу недоразвитости сосудистой системы (особенно флоэмы) в побегах.

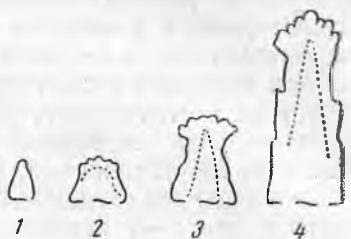


Рис. 55. Дифференциация конуса нарастания цветной капусты:

А — конус не дифференцирован (первая фаза морфогенеза); Б — на поверхности конуса появляются бугорки боковых осей (побегов), начало дифференциации (третья фаза морфогенеза); В — начало формирования боковых побегов первого порядка (третья фаза морфогенеза); Г — дифференциация меристемы конусов нарастания осей следующих порядков

Роль питательных веществ была установлена прямым опытом: при удалении побегов нижних порядков (ниже четвертого-пятого) были получены нормальные цветки и семена на побегах первого — третьего порядков.

По данным Миядзаки (Mijadzaki, 1959), в период дифференциации рост цветной капусты задерживается, концентрация клеточного сока верхних листьев наибольшая, а его электропроводность слабая.

### ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЙ НА РОСТ И РАЗВИТИЕ КАПУСТЫ

На процессы роста растения и кочанов, а также на развитие растений большое влияние оказывают питание, температура, свет. Например, роль питательных веществ при яровизации, дифференциации почек и зацветании растений капусты четко проявляется в опытах с прививками растений. Неяровизированные сеянцы капусты, привитые на однолетник-горчицу или на яровой рапс при температурах, исключают яровизацию, переходят к цветению, и развитие осуществляется в несколько раз быстрее, чем при воздействии оптимальной яровизирующей температурой в условиях соответствующей продолжительности дня (Краевой, 1948, Квасников, 1952; Кружилин, Шведская, 1954).

По нашим наблюдениям, у сеянцев, привитых на горчицу, в отсутствие листьев у привоя стрелкование начинается через 30—40 дней после прививки. Листья привоя многих двулетников в противоположность тому, что наблюдается при яровизации рассады пониженными температурами, почти не играют роли, а у капусты их значение отрицательное; это свидетельствует о ведущей роли подвоя в яровизации. Сеянцы для прививок нужно брать в молодом возрасте (2—3 листа), а их листья следует удалять. При этом имеют решающее значение фаза вегетации подвоя и наличие у него стебля. Наши опыты (Кружилин, 1960) показали, что молодые подвои горчицы (находящиеся еще в розетке), несмотря на наличие у них 5—7 нормальных листьев, не обеспечили перехода привоя капусты к цветению. Это связано, очевидно, с незаконченным ростом листьев подвоя и преобладающим оттоком ассимилятов вниз. В то время как у взрослой горчицы, вступившей в фазу цветения, оставление всего лишь только двух верхних листьев, закончивших рост, обеспечивало цветение привоя, оставление нижних двух листьев не давало эффекта. Последнее объясняется различием направления передвижения пластических веществ из верхних и нижних листьев. Как теперь широко показано опытами с мечеными атомами, преобладает отток ассимилятов из нижних листьев к корневой системе, а из верхних листьев — вверх по направлению к почкам, у которых рост задержан, листьев нет и в которых создается высокая концентрация пластических веществ.

У стеблей сеянцев капусты сильно выражен отток пластических веществ вверх, но при высокой температуре (без яровизации) идет сильный рост листьев, вследствие чего концентрация ассимилятов в почках низкая. Как установлено (Кружилин, Шведская 1954), яровизация сеянцев перед прививкой ускоряет их переход к цветению, что указывает на взаимосвязь и тождественность процессов, происходящих при яровизации и прививках.

Капуста при прививке на горчицу переходит к цветению лишь в случае удаления собственных листьев и обязательно в условиях длинного дня, благоприятных для развития подвоя и привоя, а капуста, привитая на собственный семенник, не цветет без яровизации. Таким образом, отмечено интересное явление: при прививке яровизационная температура полностью заменяется питанием пластическими веществами, поступающими из подвоя однолетника. Следовательно, «яровизирующий» фактором является подвой, но при этом обязательно требуется перемещение растения в условия длинного дня; подвой-однолетник и низкая температура действуют аналогично, ускоряя цветение. В случае прививки капусты на цветонос собственного семенника имеется лишь второй фактор — длина дня, но нет низкой температуры или его анало-

га — подвоя-однолетника. Влияние обоих этих факторов ведет к цветению, при исключении какого-либо из них растение не цветет. Таким образом, в этих двух опытах обнаруживаются два качественно различных процесса: один из них зависит от температуры и света, а другой — только от температуры, что указывает на ведущую роль внешних условий в определении процессов зацветания растений.

В южных районах с мягкой зимой выращивание капусты на кочаны и семена также находится в тесной связи с особенностями яровизации и процессами дифференциации. Известны многолетние исследования С. М. Третьякова (1948, 1958), установившего, что в условиях Адлера посев семян ранних сортов белокочанной капусты в июле — августе (и в сентябре — ноябре в случае высадки рассады) обеспечивает стрелкование капусты весной и получение урожая семян, а при более поздних посевах образуются только кочаны. Это обусловлено тем, что при посеве в июне сеянцы капусты успевают до середины августа сформировать необходимый минимум ассимиляционной поверхности листьев и накопить достаточное количество питательных веществ, обуславливающих нормальный процесс осенне-зимней яровизации растений и дифференциации точек роста, а весной — прохождение следующих стадий и формирование семян. При более позднем посеве листья растут слабо, процессы яровизации задерживаются и кочаны формируются весной.

При высадке в августе рассады южных сортов (Ликуришка и др.) растения стрелкуют весной быстрее, чем раннеспелые сорта (Номер первый) потому, что первые яровизируются при более повышенных температурах и стадия яровизации у них короче. По данным С. М. Третьякова, у сортов поздней капусты (Амагер, Московская поздняя, Бирючукская, Дербентская и др.) при высадке рассады 4 октября стрелковали весной 50—70% растений, а при высадке в ноябре — только 6%; стрелкование усиливалось при использовании более крупной рассады и внесении повышенных доз минеральных удобрений. Поэтому для получения кочанов нормального качества капусту августовской высадки убирают в Адлере в ноябре — декабре, когда ее почки еще не начали дифференцироваться, хотя она уже прошла стадию яровизации. Если же кочаны оставить до марта, то почки начнут дифференцироваться, а при малейших оттепелях цветочные стрелки пойдут в рост, кочаны начнут терять запасы сахаров и растрескиваться. Следовательно, чтобы получить в этой зоне урожай кочанов в марте, рассаду лучше высаживать в ноябре, тогда она не успеет застрелковать, хотя пройдет стадию яровизации и начнет дифференцироваться (для яровизации и дифференциации капусты после высадки требуется 2—3 месяца).

Морозостойкий сорт Адлерская зимняя-679 высаживают в сентябре и убирают в феврале — марте (Еременко, 1965). Однако в некоторые зимы сильные морозы в Адлере губят урожай белокочанной и особенно цветной капусты. Для повышения устойчивости растений к холоду рассаду (особенно гибридную) следует закалывать путем увеличения фосфорного и калийного питания, а также подкормкой микроэлементами (бором, медью), повышающими накопление сахаров в растении и тем самым усиливающими их морозостойкость; можно даже выдерживать рассаду при пониженных температурах на сахарных растворах. Рассаду в поле следует подкармливать этими же удобрениями, окучивать розетки и головки капусты почвой или сыпучими материалами, прикрывать пленкой и т. д. По данным Кон и др. (Kohn, Levitt, 1965), закалка рассады кочанной капусты при  $3^{\circ}$  в течение нескольких недель усиливает ее морозостойкость: рассада выдерживает охлаждение до  $-10^{\circ}$ , а при закалке от  $+3$  до  $-3^{\circ}$  она выдерживает мороз до  $-20^{\circ}$ .

В Румынии производят осенний посев ранней капусты в холодные парники при температуре  $10-15^{\circ}$ , что обеспечивает яровизацию; весной эту рассаду высаживают на плантацию и получают семена (Bunescu, 1955). Таким же способом выращивают семена капусты в Азербайджане (Кисляков, 1954), в Узбекистане (Бел-Кузнецова, 1954), в Индии (Singh, 1954) и др. Даже в северных районах Европы (в прибалтийских республиках, в Польше), где теплые зимы, при подзимней высадке получают семена на следующий год, минуя дорогой способ хранения семенников.

На юге весенние высадки семенников белокочанной капусты лучше удаются в горных прохладных зонах. В Средней Азии можно высаживать под зиму даже семенники поздней белокочанной капусты, избегая этим дорогостоящего хранения. А. Е. Овсепян (1959) показал, что капуста при подзимней высадке семенников в условиях Армении хорошо зимует, полностью яровизируется и дает высокий урожай семян хорошего качества, поскольку они созревают до наступления жары, выполнены и отличаются лучшими урожайными свойствами. По данным Хирамацу (Hiramatsu 1958), зимой в растениях капусты содержание сахаров возрастает и дыхание усиливается, что обуславливает повышение холодостойкости растений. А. И. Руденко (1954) показал, что в условиях Караганды, где соцветия семенников ранней капусты abortируются от летней жары и засухи и обычно дают низкий урожай семян (до  $25 \text{ кг/га}$ ), лучше использовать кочаны-детки первого года жизни, которые формируются поздно, не подвергаются воздействию неблагоприятных условий и поэтому после хранения на следующий год дают хороший урожай семян.

Удаление цветоноса вызывает образование кочанов капусты из нижних покоящихся почек. Н. Баранаускине (1960) показал, что хранение семенников капусты с кочанами дает урожай семян на 24—27% выше, чем хранение одних кочерыг; это указывает на важную роль запасных питательных веществ кочана, а также на лучшее состояние верхних почек в данных условиях.

Семена двулетней капусты можно получить в первый год жизни путем яровизации рассады. Длительное воздействие на рассаду гиббереллином также вызывает цветение растений в первый год жизни (Chakravarty, 1958; Lang, 1961), однако растения получают хилыми и не дают нормальных соцветий, особенно в условиях укороченного дня. Обработка растений капусты гетероауксином (Linser, 1954) и однолетней китайской капусты аскорбиновой кислотой (Chinoy, 1957) вызывает цветение, однако эффект этот слабый.

Хорошим способом получения семян капусты в первый год ее жизни является прививка сеянцев капусты на горчицу или на яровой рапс (Краевой, 1948; Квасников, 1952). Установлено, что этот метод вполне применим в полевых условиях; он не ухудшает качества семян (Кружилин, 1960). В южных районах, проводя прививки в мае и августе этим методом, можно получить два урожая семян.

Цветная капуста в южных районах может выращиваться при подзимнем посеве, но поскольку это теплолюбивая культура, то зимой она сохраняется только при положительных температурах.

Как показали А. Н. Каменская, О. М. Филиппова (1956), Д. И. Нацентов (1959), Н. Н. Авров (1954) и другие, низкая положительная температура способствует хорошему росту головки.

Кумар, Гупта (Kumar, Gupta, 1959) показали, что рост головки у цветной капусты идет лучше при длине дня более 13 час. По данным П. Д. Требушенко (1960), наилучшим для роста головки является освещение в середине дня, так как это освещение богато коротковолновой радиацией. Галот (Gahlot, 1961) установил, что при непрерывном круглосуточном освещении месячной рассады цветной капусты ускоряется ее цветение на две недели по сравнению с контролем (18-часовой день).

В условиях Грузии цветную капусту высаживают в начале сентября, а весной она дает семена (Хатиашвили, 1958). В Польше (Korohoda, 1955) цветную капусту высевают в октябре, осенью и весной выдерживают ее в парниках при температуре 15—18°, а зимой — при температуре 4—6°, в конце апреля высаживают в грунт и летом получают семена. Цветную капусту можно размножить и вегетативным способом

(Nienwhof, 1958). При неблагоприятных погодных условиях в течение лета цветки у цветной капусты абортируются (Нацентов, 1959).

### ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В ОНТОГЕНЕЗЕ

Исследование семян белокочанной капусты сорта Слава в процессе яровизации, проведенное Л. В. Михайловой (1949), показало, что через 80 дней яровизации при температуре 0—8° содержание сахаров заметно увеличилось, очевидно, за счет жиров, количество которых снизилось. Изменения в содержании азота были небольшими, что указывает на ограниченность физиологических процессов на стадии яровизации в семенах капусты, растения которой не стрелковали (табл. 241).

Таблица 241

Влияние яровизации на биохимические изменения семян  
и листьев капусты Слава

Вариант	Сахара, % на сырой вес			Азот, % на сухой вес		Жиры, % на сухой вес
	моно-сахариды	дисахариды	сумма	общий	белковый	
<i>Семена</i>						
Контроль (набухание) . . . . .	0,29	1,17	1,46	5,12	—	28,6
Яровизированные . . . . .	0,39	1,43	1,82	5,22	—	23,2
<i>Листья</i>						
В начале яровизации . . . . .	0,33	0,03	0,36	1,68	0,95	—
В конце яровизации . . . . .	0,28	0,01	0,29	7,91	2,69	—

Аналогичная картина наблюдалась при яровизации семян репы, а также сеянцев капусты при недояровизации их на бедном фоне питания, где растения не стрелковали.

Подобные изменения в содержании сахаров наблюдаются при яровизации рассады капусты, когда этот процесс полностью завершается. Л. В. Михайлова считает это следствием прохождения стадии яровизации. Однако, согласно наблюдениям А. С. Кружилина и З. М. Шведской (1958), у капусты, в листьях сеянцев и в кочерыгах семенников в первый период яровизации происходит быстрое и значительное накопление сахаров, особенно дисахаридов, т. е. повышение концентрации сахаров и других веществ в почках, что способствует их дифференциации; к концу яровизации содержание сахаров (в % на сырой вес) постепенно снижается (табл. 242).

Изменение содержания сахаров (% на сырой вес)  
у капусты в процессе яровизации (в числителе —  
содержание дисахаридов, в знаменателе — сумма сахаров)

Срок анализа	Сахара в листьях	Сахара в кочерыгах
Перед яровизацией . . . . .	0,02	3,97
	0,39	5,49
На 28-день яровизации . . . . .	0,31	7,54
	1,38	9,43
На 38-й » » . . . . .	0,31	5,60
	0,93	7,88
На 70-й » » . . . . .	0,22	4,62
	0,84	6,54
На 3-й день стрелкования . . . . .	—	2,10
На 19-й » » . . . . .	—	0,64
	—	—
В начале цветения . . . . .	—	0,48
	—	—

Аналогичные изменения были обнаружены в кочерыгах семенников капусты, при этом у них было в 2—3 раза меньше моносахаров. Резкое снижение содержания сахаров в конце яровизации связано с началом дифференциации точек роста, переходом их из вегетативного состояния в генеративное. В этот период за счет потребления сахаров усиливается образование азотистых веществ (аминокислот, белков), необходимых для формирования новых клеток в процессе их усиленного деления и роста. Именно поэтому наблюдается повышение содержания азотистых веществ в конце яровизации.

Сходные результаты были получены при анализе листьев капусты при прививке ее на горчицу (Кружилин и Шведская, 1954). Качественные определения при помощи хроматографии на бумаге показали, что накопление сахаров в процессе яровизации происходило главным образом за счет сахарозы и фруктозы. После яровизации, при прохождении последующих стадий развития в теплой оранжерее — дифференциации почек и зацветания семенников, наблюдается быстрая убыль запасов сахаров в кочерыгах; в корнеплодах моркови и свеклы этот процесс идет медленнее. Например, за 19 дней выращивания растений на свету (и в темноте) содержание дисахаридов в кочерыгах снизилось в 7—8 раз, при

этом количество моносахаридов относительно возрастало и превышало содержание дисахаридов, что связано с быстрым ростом всех органов растения и его цветением. Вероятно, прививки сеянцев капусты на собственные семенники не стрелкуют в связи с резким снижением содержания сахаров в кочерыгах.

Следовательно, прохождение стадий дифференциации почек, стрелкования и цветения растений осуществляется при

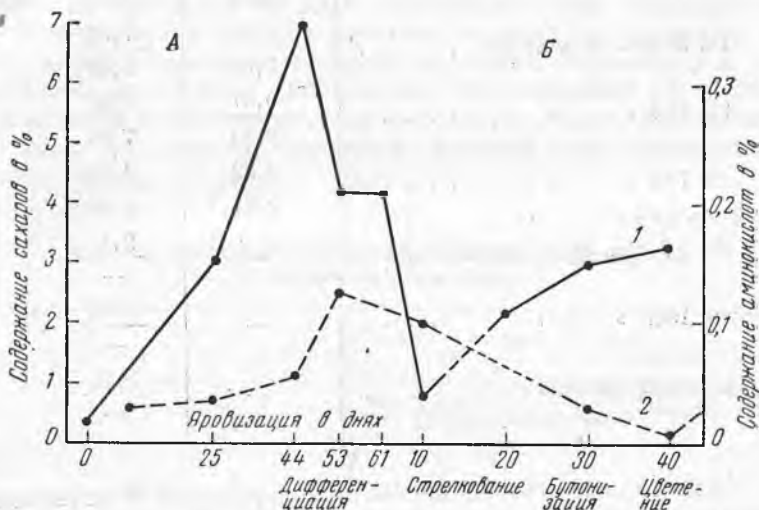


Рис. 56. Содержание сахаров и свободных аминокислот (% на сырое вещество) в растениях капусты в онтогенезе:

А — стрелкование (точки роста); Б — после стрелкования (листья); 1 — сахара, 2 — аминокислоты

участии сахаров. Очевидно, в связи с высоким содержанием сахаров в запасующих органах (кочерыгах) прохождение яровизации у семенников капусты осуществляется гораздо быстрее, чем у сеянцев: яровизация сеянцев проходит за 65—70 дней, а семенников — за 20—30 дней. Во второй период яровизации (начале дифференциации почек) в точках роста наблюдается значительное снижение количества сахаров и накопление свободных аминокислот, особенно пролина (рис. 56). Перед дифференциацией почек увеличивается содержание нуклеиновых кислот (особенно РНК), а затем они расходуются.

Г. А. Одуманова (1959) показала, что растения абиссинской однолетней капусты, получившие импульс фотопериодического воздействия, переходят к дифференциации почек лишь



в том случае, когда интенсивность фотосинтеза находится на оптимальном уровне. При слабом фотосинтезе дифференциация почек задерживается, что свидетельствует о важной роли образующихся пластических веществ, необходимых для ростовых процессов дифференцирующихся почек. Как показали Слабеска и др. (Slabeska, Szweykowska, 1955) и Швейковска и др. (Sweykowska, 1957; Szweykowska, Gierczav, Luszezak, 1959), онтогенез капусты проходит наиболее быстро в случае накопления антоцианов, особенно при высокой интенсивности оранжево-красной части спектра.

## СТРУКТУРА И РОСТ ВЕГЕТАТИВНЫХ ОРГАНОВ КАПУСТЫ

Активная жизнь всех растений, в том числе и капусты, начинается с усиленного роста корней. Корневая система сеянцев капусты состоит из главного стержневого и боковых корней. При пересадке растений стержневой корень травмируется и теряет свое значение, его заменяют придаточные корни, образующиеся не только из корневой шейки, но и из нижней части побега после его углубления в почву.

На каштановых почвах Заволжья при орошении у рассадной ранней капусты сорта Номер первый в первый год основная масса активных корней достигает глубины 50—60 см («рабочая глубина»), а отдельные корни проникают в почву на глубину больше метра и распространяются в стороны до 70 см; одно растение может иметь до 50 корней. У сеянцев стержневой корень проникает в почву еще глубже, а так как корневая система не нарушается в течение всей жизни растения, они более устойчивы к неблагоприятным условиям среды (Кружилин, 1944).

У семенников капусты надземная часть растения отрастает очень быстро, и рост корней отстает от ее роста. Например, в условиях Заволжья семенники капусты в период цветения достигают высоты 80—90 см, а корни углубляются в почву лишь на 30—40 см (Бухарев, 1950). Вследствие этого надземная часть растения слабо снабжается водой и в засушливый период требуются частые поливы.

У цветной капусты, которая всегда выращивается рассадным способом, корневая система проникает в почву на глубину 50 см (Нацентов, 1959).

Белокочанная и цветная капуста в первый период жизни формируют большое количество листьев, а затем продуктивные органы — кочаны и головки (соцветия). При пересадочной культуре почти все первые листья обычно погибают, а в засушливых районах юга их даже частично удаляют еще перед посадкой, чтобы этим ослабить испарение и улучшить приживаемость растений (Зоз, 1954). Очередность появления листьев сеянцев капусты в силу их облиственности в розетке и

отсутствия репродуктивных органов не накладывает резких различий на физиологические процессы, идущие в листьях разных ярусов, как это наблюдается у томатов. Например, по данным К. С. Гарина (1957), у ранней капусты различные ярусы листьев имеют следующую концентрацию клеточного сока:

Ярусы (снизу)	1-й	2-й	3-й	4-й	5-й	6-й
Содержание сухих веществ, % . . .	6,1	6,0	6,7	7,0	7,3	6,1

В листьях средних ярусов концентрация клеточного сока несколько выше, однако эти различия небольшие, что позволяет с успехом использовать такой показатель для оценки состояния растений.

П. Д. Требушенко (1960) установил, что у капусты дифференциация листовых почек и образование новых листьев происходят лучше при температуре выше 12° и избытке коротковолновых лучей (полуденный 10-часовой период); при низкой температуре и преобладании длинноволновых вечерних лучей этот процесс приостанавливается, и растения не образуют верхушек. Аналогичные данные получены Швейковской (Szweykowska, 1957).

На юге, в жарких и засушливых условиях капуста, особенно поздняя, растет хуже, чем в северных прохладных районах. Пересадка рассады — узкое место культуры поздней капусты на юге: она обуславливает нарушение деятельности корней, истощение и задержку роста растений; рассада укореняется медленно. Чтобы избежать этого, в последнее время начинают широко применять весенний посев семенами в грунт или высадку рассады в начале июля, что сохраняет мощные корни и передвигает срок роста и завивки кочана на более прохладное время (сентябрь — октябрь). На юге при высокой летней инсоляции ткани листа перегреваются и в них нарушается течение физиологических процессов. Поэтому прикрытие растений кулисами и защита их от суховея очень полезны. Капуста и ее семенники особенно хорошо растут в горных районах, на высоте до 2000 м над уровнем моря, где прохладный климат и высокая влажность воздуха.

Для роста кочана оптимальной является температура 14—20°; при температуре 30° вследствие подавления ассимиляции ростовые процессы задерживаются. Цветение капусты лучше проходит при температуре 20—25°.

При пониженных температурах замедляется рост растений капусты, но зато увеличивается поглощение ими лучистой энергии, что несколько улучшает энергетический баланс растений. А. А. Шахов с сотрудниками (1959, 1962) установил, что в Заполярье при выращивании на холодной почве листья капусты сорта Московская поздняя поглощают лучистой энер-

тии (особенно красной радиации) больше, чем при выращивании на теплой почве (табл. 243), а внесение повышенных доз удобрений усиливает поглощение лучистой энергии и увеличивает содержание пигментов хлорофилла и каротиноидов.

Температура выше 23—25° тормозит рост растений как в первый, так и во второй год жизни. Поэтому при высокой температуре (выше 30°) фотосинтез, рост и формирование кочанов задерживается, а урожай их на юге даже при орошении гораздо ниже, чем в средней полосе СССР без орошения.

Таблица 243

**Поглощение листьями капусты лучистой энергии при выращивании на холодной и теплой почве**

Свет	Длина волны, мик	Спектральные свойства листьев (по интегрированной сфере), % от падающей радиации	
		холодная почва	теплая
Синий . . . . .	465	90,7	89,5
Зеленый . . . . .	530	84,0	82,4
Красный . . . . .	650	90,9	98,5
Крайний красный . .	770	21,0	13,0

Несмотря на благотворное влияние орошения на растения капусты, все же вред высокой температуры на юге полностью не устраняется. Высокие температуры вызывают не только потерю части листьев, но и задержку завивки и роста кочана, образование которого связано с накоплением избытка продуктов ассимиляции в закончивших рост первых листьях. Чем больше ассимилятов образуется в прохладное время, тем быстрее идет завивка кочана, так как образование и рост внутренних листьев идет интенсивнее, чем покровных. Внутренние листья плотно прижимаются к покровным, и чем быстрее идет их рост, тем плотнее кочан. Возобновление усиленного роста внутренних листьев после формирования половины кочана, вызываемого осадками, поливами, подкормкой и прохладной погодой, обычно приводит к разрыву всех покровных листьев, остановившихся в росте, и к растрескиванию кочана. Следовательно, правильным режимом питания и орошения следует сохранять непрерывность роста всех листьев кочана, тогда кочан не будет растрескиваться.

У семенников в жаркую погоду дифференциация почек и формирование соцветий задерживается, и количество цветков и семян уменьшается. Зачатки отдельных цветков начинают израстать в листья (пролиферация).

При ограничении роста корневой системы и, следовательно, ограничении водоснабжения растений, рост надземной ча-

сти снижается, особенно у капусты, высаженной рассадой. Поэтому при возделывании капусты в южных районах посев семян в грунт, обеспечивающий формирование у растений мощной и глубокой корневой системы, улучшает водный баланс и повышает устойчивость растений к жаре. Как показал опыт, посев свежееубранных семян капусты в начале июля в условиях Кубани (Кружилин, 1954) дает хорошие всходы; до заморозков успевает сформироваться полноценный кочан. Аналогичные данные получила В. Ф. Бел-Кузнецова (1956) в условиях Узбекистана.

В северных и горных районах возвратные весенние и ранние осенние холода и заморозки могут оказывать отрицательное действие на культуру капусты. Степень устойчивости растений к пониженным температурам зависит от накопления ими защитных веществ, обуславливающих повышение закалки растений к холоду. Как установили Н. А. Максимов (1913), И. И. Туманов и Н. Н. Бородина (1929) и другие, такими защитными веществами являются для капусты сахара и другие соединения. Левит (Levitt, 1959) прямыми опытами показал, что инфильтрация глюкозы и фруктозы в листья капусты повышает ее морозостойкость, а инфильтрация рибозы — снижает. Большая роль принадлежит и сульфгидрильным группам. Хирамацу (Hiramatsu, 1959) также отмечает, что морозостойкость капусты находится в прямой связи с содержанием в ней сахаров и интенсивностью процессов дыхания. По данным Сент-Курвиля (Saint-Guervel, 1960), с повышением закалки к морозу у савойской и миланской капусты наблюдается быстрое и значительное увеличение содержания пролина в листьях; с потерей закалки содержание пролина и сахаров (сахарозы, глюкозы и фруктозы) резко снижается.

Для повышения морозостойкости растений необходимо разрабатывать специальные приемы агротехники и внесения удобрений, а также использовать морозостойкие сорта. Например, Я. Лайнис (1959) для условий Латвии вывел морозостойкий лежкий сорт белокочанной капусты Огрская 106, отличающийся высоким содержанием сухих веществ и не уступающий по урожайности старому сорту Белорусская 455.

## ВОДНЫЙ РЕЖИМ И ОРОШЕНИЕ КАПУСТЫ

Капуста отличается высоким содержанием воды во всех своих органах, поэтому нуждается в бесперебойном снабжении растений водой. Последнее особенно важно в южных засушливых районах ее возделывания.

На юге основными неблагоприятными условиями при выращивании капусты являются высокие температуры и низкая

влажность воздуха. Так, если в условиях Ленинградской области увеличение листовой поверхности капусты, с которым связано возрастание транспирации, ведет к снижению испарения с поверхности почвы, так как она затеняется листьями (табл. 244), и это улучшает водный режим растений, то на юге без орошения водный режим для растений всегда складывается неблагоприятно (табл. 245).

Таблица 244

**Транспирация ранней капусты и испарение с поверхности почвы**

Показатель	В начале вегетации		В конце вегетации	
	1956 г.	1959 г.	1956 г.	1959 г.
Площадь листьев, см <sup>2</sup> на 1 растение . . . . .	78	60	6670	6760
Транспирация, мм/сутки . . . . .	0,20	0,20	2,37	2,12
Испарение почвой, мм/сутки . . . . .	4,10	3,8	2,10	1,93

Таблица 245

**Изменение содержания воды в листьях и транспирация капусты сорта Можарская (1949 г.) в условиях Кубани**

Показатель	Время проб и температура				Изменения к концу дня
	7—8 час, 23°	11 час, 27°	14—15 час, 31°	17 час, 28°	
Содержание воды, % на сухой вес . . . . .	520,4	449,5	397,5	417,3	Снижение на 20%
Транспирация листьев, % к утренней пробе . . . . .	100	125	109	125	Повышение на 9—25%

О значении высокого увлажнения для роста листьев и кочанов капусты можно судить по некоторым физиологическим изменениям в растении. Например, по имеющимся наблюдениям (Кружилин, Зауралов, 1951) на Кубани, содержание воды и транспирация листьев капусты значительно изменялись в течение дня.

Как видно из данных табл. 246, в середине дня в связи с повышением температуры воздуха транспирация усиливается, а содержание воды снижается; к вечеру водный баланс восстанавливается. Следовательно, днем растения нужно защищать от лишнего испарения и поливать их. Южные сорта более устойчивы к засухе. Например, сорт Ликуришка более

устойчив потому, что он отличается высокой транспирацией и газообменом (по открытости устьиц), что позволяет ему лучше приспосабливаться к жарким условиям (см. табл. 246). Ф. И. Кашицын (1955) в Средней Азии<sup>1</sup> и А. Ф. Гизатова (1962) в условиях Чуйской долины Киргизии, где лето также бывает жарким, получили аналогичные результаты на различных сортах капусты (табл. 247).

Таблица 246

**Физиологическая характеристика сортов капусты**

Сорт	Транспирация, % к утренней пробе				Количество откры- тых устьиц, %		
	7—8 час	11 час	14 час	17—18 час	11 час	14 час	17 час
Ликуришка (южный)	100	147	125	125	99	99	95
Московская поздняя (северный) . . . . .	100	78	47	83	61	54	80

Таблица 247

**Изменение содержания воды в листьях сортов  
капусты (по Гизатовой)**

Показатели	8 час	14 час	18 час	Снижение содержания воды к 18 час, %
------------	-------	--------	--------	---

*Содержание воды, % на сухой вес*

Ликуришка-498, 15 листьев	576	491	498	на 78
Московская поздняя, 15 листьев . . . . .	561	458	453	на 108

*Погодные условия*

Температура воздуха, °С . .	20	33	26	—
Относительная влажность воздуха, % . . . . .	64	25	33	—

Транспирация у южных сортов капусты в середине дня была выше, чем у северных, что обеспечивало лучшее охлаждение тканей. Несмотря на высокую транспирацию, южные сорта содержали воды больше, чем северные. Наиболее жароустойчивыми сортами в этих условиях оказались Ликуришка и Завадовская. Найнгоф (Neinwhof, 1960) рекомендует для селекции капусты на юге использовать засухоустойчивые сорта.

<sup>1</sup> Цит. по Т. В. Лизгуновой (1965).

Поливы значительно улучшают водный режим растений, что обеспечивает более интенсивный рост и повышенный урожай. По имеющимся данным (Кружилин, Зауралов, 1951), на Кубани в 1949 г. при орошении и без орошения отмечались значительные изменения в содержании воды у растений капусты сорта Можарская (табл. 248).

Таблица 248

Изменение содержания воды у капусты сорта Можарская (в % к сухому веществу)

Показатель	Время взятия пробы		
	9 час	11 час	14 час
Содержание воды . . . . .	483*	469	448
	579	534	485
Количество открытых устьиц, % . .	—	97	86
		100	99

\* В числителе — без орошения, в знаменателе — с орошением.

Как следует из данных табл. 248, у растений при поливе воды в листьях содержалось больше и проветривание устьиц происходило лучше; поэтому и интенсивность ассимиляции была выше: в 14 час у растений без полива прирост был 9,7 мг/час, а при поливе — 22,6 мг/час на 1 дм<sup>2</sup>. Урожай капусты при орошении был в два раза выше.

Установление нормы поливов по физиологическим показателям растения позволяет получать наибольший эффект от орошения при меньших затратах воды. Так, по данным М. Ф. Лобова (1957) и К. С. Гарина (1957), поливы капусты следует проводить при достижении концентрации клеточного сока не выше 10% в листьях средних ярусов, что соответствует влажности почвы выше 80% полевой влагоемкости. Уменьшение влажности почвы и повышение концентрации клеточного сока ослабляло рост растений ранней капусты сорта Номер первый и снижало ее урожай:

Концентрация клеточного сока, %	10	12	14
Урожай, ц/га . . . . .	462	417	203

Высокая требовательность капусты к воде обусловлена не только тем, что рост растений лучше всего идет при высоком насыщении ее тканей водой, но и почти круглосуточной высокой транспирацией, так как устьица капусты непрерывно открыты с двух сторон листа. По данным А. С. Кружилина и О. А. Зауралова (1951), в условиях Кубани в течение всего

светового дня отверстие устьиц у местного сорта Ликуришка была значительной и слабо изменялась; она несколько увеличивалась лишь к 14 час и понижалась к 20 час. По данным Кацкого (Catsky, 1962), старые листья теряют воду быстрее, чем молодые.

М. В. Евтушенко (1934), проводя вегетационные опыты с ранней капустой сорта Номер первый в течение трех лет, нашел, что рост и урожай ее зависят от влажности почвы в первый год жизни (табл. 249).

Таблица 249  
Зависимость урожая капусты сорта Номер первый от влажности почвы

Влажность почвы, % от полной влагоемкости	Вес кочана, г
40	54,4
60	350,0
80	685,3
100	688,8
120—140	Гибель

Как видно из данных табл. 249, наилучшей оказалась влажность почвы от 80 до 100%. При низкой влажности (20%) рост капусты задерживался, и кочаны не завивались вследствие почвенной засухи, а при наивысшей влажности (120—140%) растения погибали от переувлажнения и недостатка воздуха в почве.

Снижение влажности почвы обычно ухудшает оводненность тканей растений, усиливает ксероморфизм и снижает рост органов. Н. А. Максимов (1958) показал, что в первый год жизни капусты при почвенной засухе содержание воды в листьях резко снижается, рост листьев ослабевает, а количество устьиц на единицу площади возрастает (табл. 250).

Таблица 250

Влияние влажности почвы на растения капусты

Влажность почвы, % от полной влагоемкости	Содержание воды в листьях, % на сухой вес	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Число устьиц на 1 мм <sup>2</sup>	Вес сухой массы одного растения, г
75	923	43,6	82	7,0
60	701	28,4	103	5,8
40	627	13,8	185	4,4

По данным В. М. Степановой (1962), капуста легче переносит почвенную засуху, чем воздушную, поэтому при установлении коэффициента завядания капусты следует учитывать и влажность воздуха.

Как отмечалось выше, капуста нормально растет только при насыщенности тканей водой, поэтому требовательность ее к воде очень большая. В первый год жизни растения капусты требуют высокого и почти равномерного увлажнения почвы, что обусловлено необходимостью большой обеспечен-



ности водой всех органов растений, которые отличаются слабыми водоудерживающим свойством и сосущей силой. Потребность в равномерном увлажнении почвы для белокочанной капусты связана с тем, что в первый год она не образует генеративных органов, у нее нет «критических периодов», поэтому ее требовательность к воде сравнительно одинакова. Небольшие различия в потреблении воды отмечаются лишь в связи с неодинаковым ростом вегетативных органов — листьев, стеблей, кочанов, корней.

На втором году жизни в связи с формированием генеративных органов и семян выявляются более резкие различия в реакции капусты на изменение водного режима почвы («критичность»); на протяжении отдельных фаз проявляются резкие различия в реакции растений на почвенную засуху. Как указывалось выше, к моменту весенней высадки в грунт почки капусты полностью дифференцированы, имеются зачатки бутонов и цветочных стрелок, вследствие чего растения стрелкуют через 5—7 дней после высадки, а еще через неделю начинают цвести. Поэтому кратковременное (на 5—10 дней) снижение влажности почвы даже в первые дни после высадки сильно ограничивает рост соцветий, что ведет к уменьшению количества зачатков бутонов и снижению урожая семян (табл. 251).

Таблица 251

**Влияние влажности почвы в разные фазы вегетации на урожай семян ранней капусты сорта Номер первый (из расчета на одно растение)**

Вариант	Урожай семян		Абсолютный вес семян, г	Число семян на одно растение
	г	%		
Контроль—влажность почвы 60% все время . . . . .	16,3	100	4,66	3498
Влажность почвы 30—40% в фазе роста соцветий и зачатков бутонов (первые 10 дней после высадки), затем 60% . . .	10,1	62	4,30	2350
Влажность почвы 30% в фазе цветения (10 дней), в остальное время 60% . . .	8,5	52	4,34	1960
Влажность почвы 30% в фазе конца цветения—при образовании семян (10 дней), в остальное время 60% . . . . .	11,8	72	4,14	3188
Влажность почвы 40% все время . . .	4,7	29	4,22	1113

Еще более отрицательное влияние засухи проявляется в фазе цветения, т. е. во второй декаде после высадки; при этом наблюдается дальнейшее уменьшение числа вновь образующихся бутонов и цветков (а отсюда и семян) на соцветии. Следовательно, хотя в первые две декады почвенная засуха не захватывает критического периода начальной дифферен-

светового дня отверстие устьиц у местного сорта Ликуришка была значительной и слабо изменялась; она несколько увеличивалась лишь к 14 час и понижалась к 20 час. По данным Кацкого (Catsky, 1962), старые листья теряют воду быстрее, чем молодые.

М. В. Евтушенко (1934), проводя вегетационные опыты с ранней капустой сорта Номер первый в течение трех лет, нашел, что рост и урожай ее зависят от влажности почвы в первый год жизни (табл. 249).

Таблица 249  
Зависимость урожая  
капусты сорта Номер  
первый от влажности  
почвы

Влажность почвы, % от полной влагоемкости	Вес кочана, г
40	54,4
60	350,0
80	685,3
100	688,8
120—140	Гибель

Как видно из данных табл. 249, наилучшей оказалась влажность почвы от 80 до 100%. При низкой влажности (20%) рост капусты задерживался, и кочаны не завивались вследствие почвенной засухи, а при наивысшей влажности (120—140%) растения погибали от переувлажнения и недостатка воздуха в почве.

Снижение влажности почвы обычно ухудшает оводненность тканей растений, усиливает ксероморфизм и снижает рост органов. Н. А. Максимов (1958) показал, что в первый год жизни капусты при почвенной засухе содержание воды в листьях резко снижается, рост листьев ослабевает, а количество устьиц на единицу площади возрастает (табл. 250).

Таблица 250  
Влияние влажности почвы на растения капусты

Влажность почвы, % от полной влагоемкости	Содержание воды в листьях, % на сухой вес	Площадь листьев, см <sup>2</sup>	Число устьиц на 1 мм <sup>2</sup>	Вес сухой массы одного растения, г
75	923	43,6	82	7,0
60	701	28,4	103	5,8
40	627	13,8	185	4,4

По данным В. М. Степановой (1962), капуста легче переносит почвенную засуху, чем воздушную, поэтому при установлении коэффициента завядания капусты следует учитывать и влажность воздуха.

Как отмечалось выше, капуста нормально растет только при насыщенности тканей водой, поэтому требовательность ее к воде очень большая. В первый год жизни растения капусты требуют высокого и почти равномерного увлажнения почвы, что обусловлено необходимостью большой обеспечен-

ности водой всех органов растений, которые отличаются слабыми водоудерживающим свойством и сосущей силой. Потребность в равномерном увлажнении почвы для белокачанной капусты связана с тем, что в первый год она не образует генеративных органов, у нее нет «критических периодов», поэтому ее требовательность к воде сравнительно одинакова. Небольшие различия в потреблении воды отмечаются лишь в связи с неодинаковым ростом вегетативных органов — листьев, стеблей, кочанов, корней.

На втором году жизни в связи с формированием генеративных органов и семян выявляются более резкие различия в реакции капусты на изменение водного режима почвы («критичность»); на протяжении отдельных фаз проявляются резкие различия в реакции растений на почвенную засуху. Как указывалось выше, к моменту весенней высадки в грунт почки капусты полностью дифференцированы, имеются зачатки бутонов и цветочных стрелок, вследствие чего растения стрелкуют через 5—7 дней после высадки, а еще через неделю начинают цвести. Поэтому кратковременное (на 5—10 дней) снижение влажности почвы даже в первые дни после высадки сильно ограничивает рост соцветий, что ведет к уменьшению количества зачатков бутонов и снижению урожая семян (табл. 251).

Таблица 251

Влияние влажности почвы в разные фазы вегетации на урожай семян ранней капусты сорта Номер первый (из расчета на одно растение)

Вариант	Урожай семян		Абсолютный вес семян, г	Число семян на одно растение
	г	%		
Контроль—влажность почвы 60% все время . . . . .	16,3	100	4,66	3498
Влажность почвы 30—40% в фазе роста соцветий и зачатков бутонов (первые 10 дней после высадки), затем 60% . .	10,1	62	4,30	2350
Влажность почвы 30% в фазе цветения (10 дней), в остальное время 60% . . .	8,5	52	4,34	1960
Влажность почвы 30% в фазе конца цветения—при образовании семян (10 дней), в остальное время 60% . . . . .	11,8	72	4,14	3188
Влажность почвы 40% все время . . . .	4,7	29	4,22	1113

Еще более отрицательное влияние засухи проявляется в фазе цветения, т. е. во второй декаде после высадки; при этом наблюдается дальнейшее уменьшение числа вновь образующихся бутонов и цветков (а отсюда и семян) на соцветии. Следовательно, хотя в первые две декады почвенная засуха не захватывает критического периода начальной дифферен-

циации почек, ее отрицательная роль заключается в разрастании соцветия и образовании на нем новых бутонов и цветков с зачатками тетрад пыльцы. При непрерывной засухе (40% влажности почвы) эти процессы усугубляются.

Через 30 дней после высадки, когда соцветие капусты сформировалось и образовалась часть семян, засуха уже слабее действовала на растение, хотя урожай семян снижался за счет уменьшения количества поздних семян и ухудшения их качества. Проверка наших данных на Бирючукской опытной станции также показала, что запаздывание с поливом на 2 недели после высадки задерживало укоренение, отрастание и цветение растений на 3—5 дней, а урожай семян снизился в полтора раза.

Таким образом, при орошении семенники капусты должны обеспечиваться оптимальным увлажнением с первых дней высадки.

Азотное питание обуславливает разрастание соцветия и увеличивает образование бутонов, цветков и завязей семян. Полевые опыты, проведенные на Бирючукской опытной станции с капустой сорта Бирючукская 138, показали, что при шести поливах и внесении двойной дозы азота или фосфора по 80 кг на га при высадке, прибавка урожая семян составила 15%, а при совместном внесении азотных и фосфорных удобрений прибавка достигла 35%. При более позднем внесении удобрений и позднем первом поливе (через 15 дней после высадки), когда растения уже выбросили цветоносы, положительный эффект был снижен, так как действие полива и удобрений запаздывало. По данным Баранаускине (1960), двойная доза полного удобрения дает прибавку урожая семян капусты до 22%.

И. И. Вихтенко (1959) установил, что урожай кочанов поздней капусты сорта Завадовская в условиях Донбасса при поливе подземными шахтными водами достигал 449,3 ц/га (прибавка до 129 ц), а содержание аскорбиновой кислоты увеличивалось на 11 мг%.

В южных засушливых районах и в средней полосе в период засухи, когда рассада капусты еще слабо сводит свой водный баланс вследствие недостаточного развития корневой системы, целесообразно удалять с растения часть листьев. По наблюдениям, проведенным на Кубани, удаление старых листьев, подвергшихся действию жары, улучшает дальнейший рост капусты и устойчивость ее против завядания. Вероятно, в старых листьях накапливаются вредные продукты обмена (токсины), тормозящие рост. По данным В. К. Зоз (1963), на супесчаных почвах в условиях Кубани капуста более устойчива к завяданию, чем на тяжелых. Многочисленные исследования, проведенные в полевых условиях, показали, что при оптимальном водном режиме почвы для нормального роста

капусты необходима еще и высокая влажность воздуха не только в южных, но и в северных районах, хотя на севере поливов требуется меньше, что обусловлено более высокой влажностью воздуха в этих районах и меньшим испарением воды.

М. В. Бородиным на Краснодарской опытной станции в пойме р. Кубани получены высокие урожаи капусты при разном режиме увлажнения (табл. 252).

Таблица 252

Урожай капусты при разном режиме увлажнения почвы

Влажность почвы, %	Урожай, ц/га		Фактические оросительные нормы, м <sup>3</sup> /га	
	1948 г.	1949 г.	1948 г.	1949 г.
Контроль, без орошения	89,6	197,0	—	—
60—100	159,8	342,5	1159	2776
70—100	175,0	367,3	1518	3305
80—100	190,7	402,6	1869	3963

Как следует из данных этой таблицы, наилучшим вариантом была влажность 80—100%, причем с удвоением оросительных норм урожай также удваивался, хотя расход воды на единицу урожая (коэффициент водопотребления) оставался почти одинаковым во всех вариантах и равнялся 80—90%. В 1949 г. лето было засушливое, поэтому поливов требовалось больше.

Таблица 253

Распределение поливов капусты в различные фазы вегетации

Фазы вегетации	Продолжительность фазы, дни	Среднесуточный расход воды, м <sup>3</sup> /га	Требуется поливов по фазам	Продолжительность фазы, дни	Среднесуточный расход воды, м <sup>3</sup> /га	Требуется поливов по фазам
	<i>Ранняя капуста</i>			<i>Поздняя капуста</i>		
До образования розетки	12—15	22	2	30—40	30—46	2
От розетки до завязывания кочанов . . . . .	18—20	36	2	60	50—70	3—5
Рост—созревание кочанов	15—30	50	3—5	60	35—47	4—5
<i>Всего . . .</i>	—	—	7—9	—	—	9—12

Для установления режима орошения капусты нужно знать различия в водопотреблении растений в различные фазы вегетации. В центральной полосе урожай капусты фор-

мируется в основном в июле — августе, когда потребляется наибольшее количество минеральных веществ и воды. В степной полосе Украины наиболее высокое потребление воды ранней капустой отмечается в фазе формирования кочанов. В соответствии с этим, как установлено С. М. Алпатьевым (1950), по-разному распределяются и поливы; их следует давать по 400 м<sup>3</sup>/га через 8—12 дней (табл. 253).

Аналогичные рекомендации даются и для южного Заволжья. На Брилевской опытной станции в 1948 г. при 13 поливах был получен высокий урожай ранней капусты (407 ц/га), а поздняя капуста при разном числе поливов по 370 м<sup>3</sup>/га дала следующие урожаи: при 11 поливах 654 ц, при 13 поливах 761 ц, при 15 поливах 825 ц/га. На юге коэффициент водопотребления капусты более высокий, чем в средней полосе: для ранней капусты 100—1150 м<sup>3</sup>/т, а для поздней 75—100 м<sup>3</sup>/т.

Т. Д. Ковалева (1959, 1963) установила, что в условиях Ростовской области для поздней капусты требуется 9—11 поливов по 450—500 м<sup>3</sup>/га, обеспечивающих поддержание оптимальной влажности почвы в метровом слое выше 77—80%. Поскольку высадка капусты производится в начале июня, когда обычно бывает сухая и очень жаркая погода, первый полив дается одновременно с высадкой рассады в грунт, а второй — через 3—4 дня. Только при этих условиях капуста приживается хорошо. Еще более напряженным является июль, когда капусте дается не менее трех поливов. В августе — сентябре при наступлении прохладной погоды растения и почва испаряют меньше воды, поэтому в это время даются два последних полива с интервалами в 12—15 дней. В среднем за три года поддержание влажности почвы на уровне около

Таблица 254  
Влияние норм и числа поливов на урожай кочанов капусты

Поливы	Урожай капусты, ц/га	
	1958 г.	1959 г.
5 поливов по 600 м <sup>3</sup> /га	738	315,2
8 поливов по 400 м <sup>3</sup> /га	826	412,3

80% обеспечило урожай 587 ц/га, а при влажности около 65% — только 504 ц/га. Высокий урожай капусты можно получить лишь при совместном использовании удобрений и поливов.

Наиболее эффективны частые поливы малыми нормами (табл. 254).

На Валуйской опытной станции в Заволжье наиболее высокий урожай капусты был получен при восьми поливах. Для орошения ранней капусты в Центральной черноземной полосе рекомендуется пять поливов.

Для условий Центральной черноземной полосы при поливе через борозду количество воды, требующееся для полива, уменьшается в два раза, а урожай почти не снижается при

пяти поливах в каждую борозду — 592 ц с гектара, а через борозду — 617. Аналогичные данные в Волгоградской области получил М. Н. Багров (1960), а в Крыму — В. Я. Борисов (1968). Орошение (особенно с удобрением) улучшает не только рост и урожай, но и накопление в кочанах аскорбиновой кислоты, сахаров и пр.

По данным М. Ф. Куликовой (1964), в прохладных и сравнительно влажных условиях под Москвой капусте требуется меньше поливов.

Ранняя капуста расходует воды на единицу урожая больше (особенно в полусасушливые годы), чем поздняя (табл. 255).

Таблица 255

**Урожай и водопотребление капусты при орошении под Москвой в различные годы**

Сорт	Год исследования	Характеристика лета	Урожай, ц/га	Коэффициент водопотребления, м <sup>3</sup> /т
Номер первый, ранний	1948	Средневлажное	438	76
» » »	1949	»	433	69
» » »	1950	Очень влажное	444	51
Амагер, поздний	1953	» »	830	69
» »	1954	Засушливое	670	46

Как видно из данных табл. 255, у ранней капусты существенных различий в урожае по годам не было, а поздняя капуста во влажный год дала более высокий урожай. М. Ф. Куликова отмечает, что урожай 830 ц/га даже в очень влажном году был получен на фоне 4—5 поливов с поддержанием влажности почвы не ниже 80% полной полевой влагоемкости, а при сильном росте и формировании кочанов — не ниже 90%. Это также подтверждает высокую водотребовательность капусты. Подсчеты баланса влаги, проведенные М. Ф. Куликовой в полевых условиях под Москвой, показали, что расход влаги покрывается осадками, однако наилучший рост капусты наблюдался при добавлении к осадкам 23—41% влаги путем орошения. Даже 8—10 дней без дождя и орошения создавали у растений капусты острый дефицит влаги и задерживали ее рост. Поэтому орошение и в средней полосе значительно увеличивает урожай капусты. И. Федоренко (1961) сообщает, что в совхозе «Большевик» Московской области в среднем за 4 года при орошении дождеванием был получен урожай 609 ц/га, а без орошения — 404 ц/га. По годам различия были разными. Наибольший эффект от орошения был в засушливое лето, однако и в средневлажные годы была значительная разница. На лучших участках в отдельные годы при частых поливах малыми нормами, при внесении

удобрений совхоз получал до 1347 ц/га капусты. В совхозе «Серпуховский» Московской области орошение дождеванием и внесение удобрений применяют для увеличения урожая ранних сборов ранних сортов капусты (табл. 256).

Таблица 256

**Влияние орошения на урожай ранних сборов капусты (в ц/га)**

Вариант	Урожай по срокам уборки			Общий урожай	
	9/VII	22/VII	26/VII	ц/га	%
Без полива . . . . .	Нет	70	49	119	100
С поливом без удобрений . . . . .	64	136	80	280	235
С орошением и удобрением	139	235	41	415	348

Орошение одновременно с удобрением усиливает рост растений, ускоряет завивку кочанов, их рост и формирование раннего урожая. Из ранних сортов в этих условиях наилучшие результаты дает сорт Дитмарская ранняя, который формирует урожай на 55—60-й день.

Цветная капуста также отличается высокими требованиями к влаге. Выращивание ее рассады при обильных поливах ускоряет рост растений, а соцветия-головки закладываются раньше (Salter, 1960).

**ФОТОСИНТЕЗ, ПРОДУКТИВНОСТЬ И НАКОПЛЕНИЕ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ РАСТЕНИЯМИ КАПУСТЫ**

В. И. Эдельштейн с сотрудниками (1962), работая в вегетационных условиях (Москва), установили, что в первые три месяца жизни после посева семян растения ранней, средней и поздней капусты имеют по 15—20 листьев и почти одинаковую площадь ассимиляционной поверхности — около 3000—3500 см<sup>2</sup> на одно растение. Однако в это время ранняя капуста уже формирует кочан, а среднепоздние сорта находятся еще в розетке. Следовательно, листья раннеспелых сортов в этот срок, почти закончившие свой рост, работали продуктивнее, чем листья поздних сортов, и ассимиляты листьев шли главным образом на рост кочана. Листья поздних сортов растут дольше, и ассимиляционная площадь их к концу вегетации достигает 10—15 тыс. см<sup>2</sup>.

По данным М. Ф. Куликовой (1964), в полевых условиях в средней полосе СССР (под Москвой) площадь листовой поверхности у ранней капусты сорта Номер первый без полива была почти такой же, как и в вегетационных условиях. При четырех поливах и внесении удобрений растения в среднем имели по 21 листу, а площадь листьев увеличилась поч-



ти в два раза и к моменту уборки достигала 8—9 тыс.  $см^2$  на одно растение. Растения поздней капусты сорта Амагер при 5 поливах и внесении удобрений к концу вегетации имели 30 листьев на одно растение; площадь листьев достигала 15 тыс.  $см^2$ .

В южных районах вследствие высокой температуры и сухости воздуха ростовые процессы у капусты несколько задержаны, поэтому рост листьев менее интенсивен, чем на севере, а так как на юге ассимиляция также ниже, то урожай получается меньшим. Развиваясь в более прохладный и влажный период весны (апрель — май), ранняя капуста на юге лишь немного отстает по урожаю от поздней, хотя имеет меньшее количество и площадь листьев, что также указывает на их более интенсивную работу.

Интересно сравнить работу листьев капусты в северных и южных районах. По данным В. И. Эдельштейна (1962), под Москвой прирост сырой массы растения в августе составляет от 9 до 60 г на 100  $см^2$  листьев (или от 2 до 13 г сухого вещества). По данным М. Ф. Куликовой (1964), в полевых условиях центральной полосы прирост сырой массы в это время составляет от 1000 до 3500 г на одно растение или до 23 г на 100  $см^2$  листьев (около 4—5 г сухого вещества). Вследствие этого в центральной полосе поздняя капуста за короткий срок (август — сентябрь) создает высокий урожай кочанов.

В южных районах в августе наблюдается «простой» в работе листьев, когда ассимиляция низкая и привес сухого вещества едва покрывает суточный расход на дыхание. В сентябре с наступлением прохладной погоды привес составляет 25—30 г сухого вещества (100—150 г сырого вещества) на растение за сутки, однако он в 10—20 раз меньше, чем в августе под Москвой. Высокий урожай кочанов капусты на юге создается лишь благодаря длительной теплой осени (сентябрь — ноябрь).

Продуктивность растения зависит от интенсивности фотосинтеза и водного режима среды. Чем больше площадь листьев, тем больше органического вещества создает растение. Однако с определенного периода, когда растения в посевах начинают затенять друг друга, продуктивность фотосинтеза и урожай снижаются (Ничипорович, 1961).

Уотсон (Watson, 1947) показал, что наиболее высокая чистая продуктивность фотосинтеза листьев капусты наблюдается при самой разреженной посадке, когда растения капусты не затеняют друг друга, площадь ее листьев не превышает площади поверхности почвы и, таким образом, полностью используется солнечный свет, а прирост урожая продолжает возрастать до утроенной поверхности листьев на единицу площади почвы (рис. 57).

Однако наиболее высокий урожай капусты с гектара получается не на разреженных посевах, когда мощные листья тратят много питательных веществ на ювой рост (к тому же длительный), а на более загущенных посевах, где листья мельче, рано прекращают свой рост и направляют всю продукцию фотосинтеза на рост кочана.

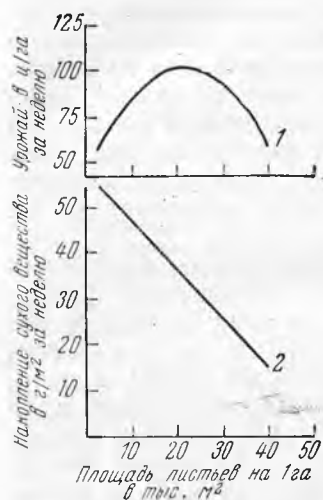


Рис. 57. Зависимость накопления сухого вещества и величины урожая капусты от площади листьев:

1 — прирост урожая, 2 — продуктивность фотосинтеза (по Уотсону, 1947)

Но поскольку общий урожай продолжает возрастать и при дальнейшем увеличении площади листьев (хотя прибавка урожая снижается), в полевых условиях посадки делают более загущенными; при этом листовый аппарат развивается слабее. На основании этих фактов А. А. Ничипорович (1961) рекомендует селекционерам выводить мелколистный сорт.

В. И. Эдельштейн (1962), изучая площадь листьев капусты в вегетационных условиях, показал, что площадь листьев одного растения раннего сорта почти равна  $1 \text{ м}^2$ , а позднего сорта — в полтора раза больше. Казалось бы, нужно высаживать по одному растению на  $1 \text{ м}^2$ , однако урожай кочанов продолжал возрастать при посадке до 4—5 растений на  $1 \text{ м}^2$  почвы. Понятно, что при таком загущении требуется усиление минерального и водного питания растений, что и обуславливает

повышение использования коэффициента солнечной энергии. М. Ф. Куликова (1964) в полевых условиях под Москвой получила аналогичные результаты.

Белокочанная и цветная капуста ценятся из-за содержания в них сахаров, белков, витамина С и других полезных веществ.

Как установила Л. Н. Ванюгина (1959), с уменьшением интенсивности дыхания в листьях капусты снижалась активность пероксидазы, аскорбиноксидазы, инвертазы, амилазы и фосфатазы, что коррелирует и с содержанием сахаров в растении. По наблюдениям А. Н. Пантелеевой (1960), дыхание у капусты происходит не только за счет физиологически активных углеводов, но и за счет белковых веществ. Несмотря на высокий уровень окислительных процессов, как это видно по активности соответствующих ферментов, в растениях капусты накапливается большое количество запасных сахаров, сухих веществ, аскорбиновой кислоты и пр. По данным

С. О. Гребинского (1938), капуста начинает накапливать сахара в середине вегетации. При этом химический состав растений белокочанной капусты может измениться в зависимости от сорта.

В. В. Арасимович (1951) на основании средних данных по 10—25 сортам при выращивании их в Ленинградской области показала, что содержание сахаров по годам изменяется слабо (табл. 257).

Таблица 257

**Изменчивость химического состава белокочанной капусты по годам**

Показатель	1936 г.	1937 г.	1938 г.	1939 г.	1949 г.	1950 г.
Сухое вещество, % . . . . .	6,4—15,2	5,8—8,6	7,3—9,9	6,4—14,8	4,9—10,4	6,9—9,6
Сахара, % . . . . .	3,1—5,6	3,0—5,3	2,8—5,7	3,0—6,7	3,4—5,1	3,5—4,8
Витамин С, мг%	13,5	16,4	32,2	13,2	31,2	22,0

В прохладные годы (1937) содержание сухого вещества снижается, а содержание витамина С возрастает в сравнении с засушливыми (1936 и 1938 гг.).

Анализ отдельных сортов дает аналогичные результаты (табл. 258).

Таблица 258

**Химический состав сортов белокочанной капусты**

Сорт	Сухое вещество, %			Сахара, %			Витамин С, мг%		
	1936 г.	1937 г.	1949 г.	1936 г.	1937 г.	1949 г.	1936 г.	1937 г.	1949 г.
Каширка . . . . .	8,6	7,3	10,4	4,4	4,4	5,1	31,5	38,0	—
Брауншвейгская . . . . .	10,6	8,1	8,4	4,6	4,4	4,2	25,8	30,0	31,7
Белорусская . . . . .	9,9	7,2	9,0	4,9	4,1	4,6	—	16,5	32,6

Сахаристость сортов по годам слабо изменяется, а содержание сухих веществ и витамина С — значительно. При этом наиболее высокое содержание витамина С отмечается у сорта Каширка.

Р. Алискер-Заде и А. Марданов (1959, 1960) показали, что в условиях Азербайджана содержание аскорбиновой кислоты и сухих веществ в листьях ранней капусты бывает выше при раннем сроке высадки. Г. А. Луковникова (1961) показала, что химический состав белокочанной капусты меняется в зависимости от условий и районов выращивания (табл. 259).

Как видно из приведенных данных, в южных районах по сравнению с северными содержание сухих веществ в капусте

Таблица 259

## Химический состав белокочанной капусты в различных районах выращивания

Вещество	Ленинград	Майкоп
Сухое вещество, %	7,8	8,6
Сумма сахаров, %	4,3	3,8
Аскорбиновая кислота, мг на 100 г веса	31,7	35,7

повышается, а сумма сахаров снижается, что связано с усилением дыхания при высокой температуре при выращивании на юге.

З. Р. Файнштейн (1961) установлено, что в условиях Молдавии сорта поздней капусты накапливают сахаров больше, а белка и аскорбиновой кислоты меньше, чем ранние сорта. В горных районах, в условиях

пониженных температур и повышенной солнечной радиации содержание сахаров, сухих веществ и аскорбиновой кислоты в растениях капусты повышается, а активность каталазы снижается. При температуре ниже 10° листья капусты содержат белка меньше, а гемицеллюлоз и золы больше.

С. О. Гребинский (1948) показал, что из органических кислот листья капусты содержат главным образом лимонную кислоту, в меньшей мере яблочную в виде кальциевой соли и еще меньше других органических кислот — всего до 0,5%. По нашим наблюдениям (Шведская и Кружилин, 1964), капуста содержит много щавелевой кислоты, меньше — янтарной и фумаровой; при этом органических кислот больше в листьях, чем в побегах и почках. По данным С. В. Солдатенкова (1967), при увеличении поступления в растение катионов натрия, кальция и др. содержание яблочной кислоты в виде ее солей значительно возрастает и этим нейтрализуется действие катионов.

Капуста занимает одно из первых мест среди овощных культур по накоплению легкорастворимого растительного белка, особенно во внутренних листьях кочана. По данным Т. Цонева (1958), разные виды капусты содержат неодинаковое количество азота (табл. 260).

Таблица 260

## Содержание азотистых веществ в листьях капусты

Капуста	Общий азот, % на сырой вес	Белковый азот, % от общего	Сумма белкового и аминокислотного азота, %
Белокочанная Слава . . . . .	0,19—0,22	54—52	74—76
Цветная . . . . .	0,3—0,5	77—79	88—89
Краснокочанная . . . . .	0,36	51,7	—
Брюссельская . . . . .	0,76	62,6	—

Самым высоким содержанием белка отличается цветная капуста. При выращивании во влажных зонах содержание белка увеличивается. По данным Г. А. Луковниковой (1961),

небелковые соединения у капусты состоят на 50% из аминокислот; при этом в свободных аминокислотах преобладает аргинин. Аналогичные результаты получены Камидатэ и др. (Kamidate, Makoto, 1957). Кели и др. (Kelley, Lacharius, 1960) при использовании метода хроматографии показали, что в листьях капусты имеются следующие аминокислоты: глутамин, аргинин, лизин, аспарагин, цистин, валин, тирозин, аспарагиновая, глутаминовая, аминокислотная и другие кислоты. Аналогичные результаты получены в наших исследованиях; при этом дополнительно обнаружены пролин и аланин (Шведская, Кружилин, 1964).

Козентино (Cosentino, 1957) выделил из цитоплазматического экстракта китайской капусты (*B. chinensis*) нуклеопротеид. Содержание РНК в нуклеопротеиде варьировало в пределах 20—40%. Аналогичные результаты были получены автором при анализе других видов капусты. Козентино предполагает, что нуклеопротеид представляет собой микросомную фракцию растений капусты.

Почти все разновидности и сорта капусты содержат в листьях большое количество красящих пигментов группы антоциана. В капусте содержится много иода и брома (Атаманенко, 1959). Швейковска и др. (Szweykowska, Gierczak, Luszczak, 1959) показали, что при проращивании семян красной капусты в 1—4%-ном растворе сахарозы содержание антоциана в проростках не изменяется, а при увеличении концентрации сахарозы до 12% количество антоциана возрастает в три раза. Это указывает на прямую связь биосинтеза антоциана с сахарами. В. Л. Кретович (1961) и М. С. Бардинская (1961) указывают на то, что из антоциановых флавоновых пигментов и катехинов образуются дубильные вещества типа различных фенолов. Все эти вещества способны к быстрому изменению под влиянием окислительных ферментов и, таким образом, играют важную роль в обмене веществ. В частности, устойчивость растений к различным болезням связана с присутствием дубильных веществ. При охлаждении в листьях капусты накапливаются окисленные каротиноиды — лютеин, вилоксантин (Расторгуева, 1964).

Аскорбиновая кислота в растениях капусты содержится преимущественно в восстановленной форме; дегидроформа аскорбиновой кислоты составляет около 10% всего количества, имеется и нерастворимая ее форма — аскорбиноген. По данным Б. А. Рубина (1935), в наружных листьях кочана содержится больше аскорбиновой кислоты, чем во внутренних. Содержание дегидроформы аскорбиновой кислоты в листьях белокочанной капусты возрастает от листьев нижних ярусов к верхним молодым листьям (Землянухин, 1955), а у семенников — перед цветением (Schakuntala, 1963). А. Д. Егоров (1954) приводит следующие данные по содержанию витами-

на С (в мг на 100 г сырого вещества): в наружном листе капусты — 59,7; в 6-м листе — 31,7; в 14-м листе — 26,1%.

Зенгевальд (Sengewald, 1959) показал, что под влиянием азотистых удобрений содержание витамина С в листьях капусты снижается. Подкормка растений марганцем повышает накопление витамина С и сахара (Ягодин, 1963). При недостатке молибдена головка капусты не образуется (Яковлева, 1964). Длительный холодный период перед уборкой снижает содержание витамина С на 40%. По данным В. С. Доля (1958), внекорневое питание капусты марганцем и цинком во влажное время года усиливает накопление сухих веществ и витамина С в листьях. Возможно, цинк способствует и повышению жароустойчивости капусты путем реутилизации (ресинтеза) азота накапливающегося аммиака при высоких температурах, как это установил Г. Г. Молотковский (1957) у других растений. Е. П. Широков (1957) показал, что подкормка капусты солями железа, молибдена и марганца усиливает процессы дыхания, повышает в листьях содержание хлорофилла, сахаров и витамина С. По данным А. Л. Фельдмана (1960), подкормка микроэлементами увеличивает содержание в листьях сахара, азота и сухих веществ.

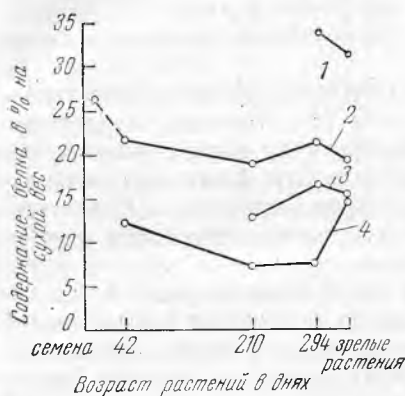


Рис. 58. Накопление белка в различных органах цветной капусты в течение вегетации:

1 — головка, 2 — листья, 3 — стебли, 4 — корни (по Огневой, 1955)

С повышением дозы азота содержание сухих веществ снижается (Вагак, Karel, 1959). По данным Зенгевальда (Sengewald, 1959), под влиянием азотных удобрений содержание каротина у капусты повышается. Усиление питания красной капусты азотом увеличивает синтез антоцианов, особенно при высоком содержании в листьях сахаров (Szweykowska, 1959).

Чиной (Chinou, 1957) установил, что обработка семенной капусты раствором аскорбиновой кислоты (400 мг/л) путем опрыскивания верхушек ее побегов усиливает рост растений и повышает урожай семян. Автор объясняет это взаимодействием аскорбиновой кислоты с индолилуксусной кислотой.

Несколько иначе происходит накопление важнейших соединений в растениях цветной капусты. О. К. Огнева (1955) показала, что содержание белка в растениях довольно постоянно, при этом в головках его почти в два раза больше, чем в листьях (рис. 58; табл. 261). В побегах и корнях содер-

## Накопление различных веществ в растениях цветной капусты в процессе вегетации (% на сухой вес)

Возраст растения, дни	Орган растения	Сырой вес, г	Безазотистые экстрактивные вещества	Клетчатка	Масло	Фосфорная кислота
42	Листья	22,5	48,8	9,2	3,2	0,8
	Корни	12,5	41,0	33,2	3,3	0,5
210	Листья	19,7	50,8	11,6	2,6	1,0
	Корни	7,2	37,4	44,4	0,4	0,7
294	Стебли	13,6	51,0	24,2	0,9	0,9
	Листья	22,2	47,6	12,2	2,0	1,0
	Корни	7,8	37,3	45,8	0,2	0,7
	Стебли	17,2	47,9	23,2	0,5	1,0
Зрелые растения	Головки	42,4	34,6	12,0	1,1	1,9
	Листья	20,5	48,0	11,8	2,1	1,0
	Корни	15,8	30,5	44,4	0,2	0,7
	Стебли	16,6	51,8	19,3	0,7	1,0
	Головки	39,5	36,5	10,3	1,6	1,9

жание белка в конце вегетации повышается. Содержание экстрактивных веществ во всех надземных органах также довольно постоянно; при этом их больше в листьях и стеблях, а в корнях их количество постепенно снижается. Накопление клетчатки больше всего заметно в корнях, и ее здесь больше, чем в надземных органах. В соответствии с этим находится изменение содержания фосфорной кислоты; головки капусты содержат ее в два раза больше, чем листья, что, очевидно, связано с повышенным накоплением сахаров в этих органах. В головках цветной капусты увеличивается и содержание масла; в листьях его содержится больше, чем в корнях и стеблях.

Г. А. Луковникова (1954, 1961) показала, что сорта цветной капусты значительно различаются по химическому составу (табл. 262).

Цветная капуста содержит меньше сахаров и больше белков и витамина С по сравнению с белокочанной. В условиях вегетации 1952 г., отличавшихся от условий 1953 г. пониженным количеством осадков в первую половину вегетации, головки большинства исследованных сортов цветной капусты были богаче сахарами и содержали больше сухих веществ и витамина С. По другим наблюдениям, наиболее высоким содержанием сухих веществ сахаров и витамина С отличались южные сорта и образцы из США (Луковникова, 1961).

По данным А. А. Колесник и О. К. Огневой (1950), в период уборки зрелые головки цветной капусты содержат витамина С и белков в 2,5—4 раза больше, чем молодые головки. Выращивание в условиях теплицы и в летнее время дает аналогичные результаты; при этом при выращивании в закрытом грунте химический состав головок улучшается (табл. 263).

## Изменчивость химического состава сортов цветной капусты в разные годы выращивания (% на сырое вещество)

Сорт	Год выращивания	Сухое вещество, %	Сахара, %		Витамин С, мг/100 г	Вес одной головки, г
			сумма сахаров	моносахара		
Отечественная	1952	6,64	1,75	1,75	68,3	312
	1953	7,13	1,48	1,48	58,0	292
Круглая головка	1952	7,68	1,44	1,44	56,0	213
	1953	7,45	2,00	2,00	63,5	370
Московская консервная	1952	8,00	1,73	1,66	46,2	518
	1953	6,82	2,52	2,52	52,7	360
Ленинградская 126	1952	8,00	1,70	1,70	59,8	414
	1953	10,15	1,86	1,86	84,8	331
Эрфуртская	1952	7,12	1,89	1,82	67,5	221
	1953	7,18	1,46	1,46	65,7	400

Таблица 263

## Влияние условий, места и сроков выращивания на химический состав цветной капусты урожая 1953 г.

Сорт	Место и условия выращивания	Сухое вещество, %	Сахара, % на сырой вес	Витамин С, мг/100 г	Средний вес головки, г
Московская консервная	Пушкин, Ленинградской области	6,82	2,52	52,7	360
	Свердловск	10,25	2,66	110,9	160
Ленинградская 126	Пушкин, Ленинградской области	10,15	1,86	84,8	331
	Свердловск	10,40	3,21	121,2	155
Московская консервная	Ленингр. обл. Закрытый грунт	8,63	2,96	60,04	210
	Открытый грунт	8,18	2,28	58,2	234
Ленинградская 126	Ленингр. обл. Открытый грунт	9,29	2,98	70,6	210
	Открытый грунт	8,74	2,59	67,6	209
Ленинградская 127	11 июня	10,40	3,21	121,2	155
	19 июня Свердловск	8,62	2,57	114,0	617



# МИНЕРАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАПУСТЫ

## БЕЛОКОЧАННАЯ КАПУСТА

Минеральные элементы составляют небольшую часть массы растений, но их роль в жизни растений весьма значительна и с помощью минерального питания можно в известной мере управлять ростом и развитием растений, добиваясь ранних и высоких урожаев. Но для этого необходимо знать потребность растений в минеральных элементах и роль каждого элемента в жизни растения.

Соответствующие данные только начинают накапливаться (З. И. Журбицкий, Л. И. Афанасьева-Журбицкая, 1948, 1963).

Более чем 20-летние исследования, связанные с вопросами питания овощных культур, ограничивались в основном изучением поглощения растениями трех основных минеральных элементов: азота, фосфора и калия.

Изменяя питание растений только этими тремя элементами, можно добиваться существенных сдвигов в росте и развитии растений. Примером может служить опыт с выращиванием рассады капусты сорта Номер первый.

Анализы показывают, что по мере роста рассады увеличивается содержание азота по отношению к калию.

Если система применения удобрений будет способствовать скорейшему прохождению таких изменений состава молодых растений капусты, это будет ускорять рост и развитие растений. Проведенные опыты подтверждают это предположение. Рассада капусты, выращивавшаяся на различных фонах питания и благодаря этому сильно различавшаяся по соотношению в содержании азота и калия, была затем высажена на однородно удобрненное поле. Чем больше содержалось в рассаде азота по сравнению с калием, тем скорее завязывались у капусты кочаны (рис. 61).

Очень часто считают, что на темпы формирования кочанов оказывает решающее влияние соотношение между белками и углеводами. Были проведены соответствующие анализы и установлено, что соотношение между белками и углевода-

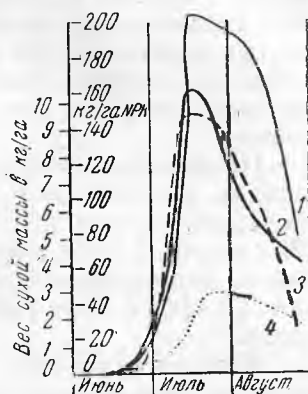


Рис. 59. Интенсивность прироста сухой массы и усвоение питательных элементов у капусты сорта Слава в период вегетации за 1 день в кг/га:

1 — сухая масса; 2 — N, 3 — K<sub>2</sub>O; 4 — P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>

ми не коррелирует с темпами завязывания кочанов у капусты; только соотношение N/K довольно точно соответствует интенсивности завязывания кочанов.

Интенсивность усвоения питательных элементов взрослыми растениями, а также те соотношения, в которых они усваиваются, также служат основой для разработки дозировки вносимых удобрений. Ниже приводятся данные по усвоению питательных веществ капустой сорта Слава. Опыт проводился на слабоподзоленной супеси Выхинского участка совхоза им. М. Горького в Текстильщиках (Москва). Почва отличалась высоким содержанием легкодоступной фосфорной кислоты; она содержала 104 мг лимонно-растворимой  $P_2O_5$  на 100 г почвы; pH почвы в солевой вытяжке равнялось 5,6. Калия при определении по методу Пейве содержалось 15 мг на 100 г почвы.

Предшественником капусты была хорошо удобренная морковь, получившая 60 т/га органических удобрений. Непосредственно под капусту было внесено 50 т/га навоза и 120 кг/га  $K_2O$  в виде калийной соли. Кроме того, были проведены две подкормки. В первую подкормку (27/VI) было дано 30 кг N и 30 кг  $K_2O$  на 1 га, во вторую (17/VII) — 30 кг азота.

Капуста отличается способностью создавать большие количества органического вещества в короткие сроки. В данном опыте наиболее интенсивные приросты наблюдались с 12/VII по 11/VIII. За этот месяц образовалось около 65 ц/га сухой массы капусты, что составило 84% от общего урожая (рис. 59).

Заметное нарастание кочерыги началось в конце июля; примерно в это же время наблюдалось и усиленное развитие кочана. Судя по ходу кривых (рис. 60), ко времени уборки капуста еще полностью не закончила своего развития, нарастание кочана могло еще продолжаться, но поступление питательных веществ в растения в основном закончилось и в дальнейшем разрастание кочана должно было происходить главным образом за счет оттока питательных веществ и ассимилятов из наружных листьев. Этот процесс начался 11 августа, что заметно по ходу кривой нарастания сухой массы листьев.

По данным В. И. Эдельштейна (1934, 1962), основная масса кочана у поздней капусты (сорт Белорусская) образуется уже после полного прекращения приростов наружных листьев.

Динамика нарастания сухой массы листьев и кочанов капусты сорта Слава в период вегетации показана на рис. 60.

Содержание азота в листьях капусты постепенно снижается, особенно с момента образования кочана, а в кочерыгах, наоборот, со временем отмечается увеличение содержа-

ния азота. В начале вегетации процентное содержание азота в листьях более чем в два раза превышает содержание его в кочерыгах, а к концу вегетации содержание азота в этих органах почти выравнивается. Кочан содержит больше азота, чем листья.

Примерно те же изменения наблюдаются и в содержании фосфора, только они выражены здесь значительно слабее:

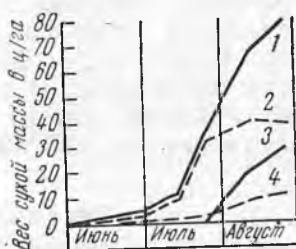


Рис. 60. Динамика нарастания сухой массы листьев и кочанов капусты сорта Слава в период вегетации:

1 — целое растение, 2 — наружные листья, 3 — кочан, 4 — кочерыга и корни

к концу вегетации больше всего фосфора также накапливается в кочерыгах.

По данным З. И. Журбицкого (1963), содержание калия в листьях постепенно увеличилось до 25/VII, т. е. до начала роста кочана, а затем довольно заметно снижалось, что было связано с усиленным развитием кочана. В кочерыгах же в начале роста (до 16/VII) наблюдалось постепенное уменьшение содержания калия, затем (с 16 по 25 июля) — значительное накопление его при одновременном разрастании кочерыги. Возможно, что до известного периода (16/VII) кочерыга играла только роль стебля, а в последующем временно служила и вместилищем запасов растений, с чем связаны и колебания в содержании калия. После 25/VII содержание калия падало во всех частях растения.

Кочан содержит несколько меньше калия, чем наружные листья. Содержание кальция в листьях в первой половине

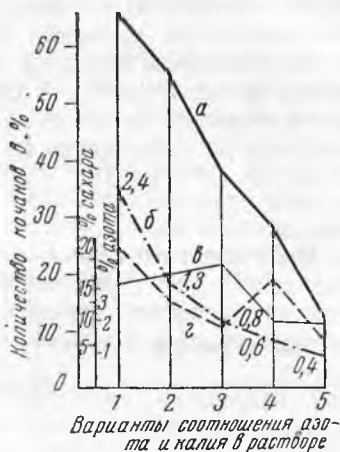


Рис. 61. Влияние питания рассады капусты на соотношение в ней N:K, содержание сахаров и скорость завязывания кочанов после высадки в июле:

1 — количество завязавшихся кочанов к 27 июня, 2 — содержание азота в %, 3 — содержание сахара в %, 4 — отношение азота к калию в рассадке; 1-й вариант — отношение азота к калию 2, 4:1; 2-й вариант — 1,3:1; 3-й вариант — 0,8:1; 4-й вариант — 0,6:1; 5-й вариант — 0,4:1

вегетации (до половины июля) постепенно падает, а затем вновь повышается.

Кочерыги содержат значительно меньше кальция, чем листья, и колебания в его содержании во время вегетации незначительны.

Отмеченные изменения в содержании питательных веществ у капусты показывают, что во второй половине вегетации и кочан, и кочерыгу следует рассматривать как органы, в которых происходит отложение запасных веществ.

Интенсивность усвоения минеральных элементов растениями белокочанной капусты быстро возрастает, особенно в отношении азота и калия. В середине июля растения в течение дня усваивают до 10 кг/га этих элементов; максимум усвоения фосфора приходится на конец июля (см. рис. 59).

Т а б л и ц а 264

Соотношение питательных элементов в органах капусты сорта Слава в период интенсивного роста кочана

Органы растений	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Кочан . . . . .	47,4	13,5	39,1
Листья . . . . .	42,1	10,2	47,7
Кочерыга . . . . .	39,4	15,0	45,6

Для удовлетворения полной потребности растений капусты в питании и обеспечения максимальной скорости ее роста необходимо особенно заботиться о наличии в почве достаточного количества легкодоступных питательных элементов, и в первую очередь азота. Поэтому под капусту недостаточно вносить одни органические удобрения. Разложение навоза в почве и освобождение из него доступных для растений минеральных элементов происходит медленнее, чем возрастает потребность капусты в питании. Вследствие этого капуста всегда быстрее и лучше растет при внесении минеральных удобрений, пригодных для непосредственного использования. В опыте, описанном выше, после внесения подкормки (11/VII) началось интенсивное поступление азота с последующим нарастанием сухой массы растений.

В период интенсивного роста кочана калия больше всего содержится в листьях, азота — в кочане, а кочерыга отличается повышенным содержанием фосфора (табл. 264).

Изменения в соотношениях между весом разных органов во время вегетации и изменения в составе отдельных органов с возрастом приводят к тому, что растения капусты усиленно поглощают азот до начала завязывания кочана, а затем на-

чинается усиленное поглощение калия, которое достигает максимума в период наиболее интенсивного роста кочана.

В конце вегетации в растениях вновь увеличивается относительное содержание азота, что связано с увеличением веса кочана по сравнению с весом листьев. Усиленное поступление в растение фосфора в конце вегетации вызывается разрастанием кочерыги.

В кочан у капусты переходит сравнительно небольшая часть питательных элементов.

Вес кочана составляет примерно 61% от общей массы урожая и в нем содержится 55% азота, 49% фосфора и 38% калия от общих количеств этих элементов, усвоенных растениями.

Заметных различий в потреблении питательных элементов разными сортами капусты: раннеспелым сортом Номер первый, среднеспелым сортом Слава и позднеспелыми сортами — обнаружено не было (Журбицкий, 1948, 1963). По-видимому, требования к питанию у различных сортов капусты довольно близки и имеющиеся сортовые различия перекрываются колебаниями, вызванными различными условиями выращивания.

Для хорошего использования растениями капусты поглощенных питательных элементов большое значение имеют благоприятные погодные условия для завязывания кочанов. При недостатке влаги и повышенной температуре кочаны плохо завиваются, остается много наружных листьев, что ведет к излишним затратам удобрений на одно и то же количество товарной продукции.

Если в общем весе свежей массы урожая капусты 70% приходится на вес кочанов и 30% на прочие органы, то потребление азота на единицу веса кочанов уменьшается в два раза по сравнению с тем урожаем, в котором кочаны составляют только 50% (табл. 265).

При хорошей структуре урожаев в соотношении питательных элементов значительно увеличивается доля калия.

Т а б л и ц а 265

**Потребление питательных элементов белокочанной капусты на 100 ц кочанов и изменение соотношений этих элементов в зависимости от структуры урожая**

Содержится в урожае, %		Потреблено, кг			Соотношение питательных веществ (в % к сумме)		
кочанов	отходов	N	P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>6</sub>	K <sub>2</sub> O
70	30	31	12	40	37,1	13,8	49,1
60	40	45	18	45	42,6	14,8	42,6
50	50	65	18	46	51,1	14,0	34,9

Это говорит о большом значении усиления калийного питания капусты во второй половине вегетации.

Урожай недозревшей капусты с большим содержанием листовой массы нельзя считать нормальным; поэтому для установления потребности капусты в дополнительном питании следует ориентироваться на данные, относящиеся к урожаям с достаточным выходом товарной части.

В среднем для урожая капусты, в которых кочаны составляют 70—60% от общего урожая, в условиях нечерноземной зоны потребление растениями питательных элементов для образования 100 ц кочанов составляет 41 кг азота, 14 кг фосфора и 49 кг калия.

В черноземной зоне средняя потребность капусты для образования 100 ц товарных кочанов составляет 51,2 кг азота, 10,5 кг фосфора и 52,0 кг калия, причем кочаны составляют примерно 67% от общего урожая. Таким образом, на юге капуста потребляет значительно больше азота, чем в более северных районах.

На Киевской опытной станции В. И. Дука (1953) исследовал потребление капустой питательных элементов при различных дозировках удобрений. В одном из вариантов при внесении по 120 кг/га N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и K<sub>2</sub>O, из которых  $\frac{2}{3}$  вносилось под зяблевую вспашку, а  $\frac{1}{3}$  в лунки и при подкормке во время вегетации, был получен урожай кочанов в размере 779,8 ц/га при 352,2 ц/га листьев, т. е. вес кочанов составлял 69,6% от общего веса растений. При этом на образование 100 ц кочанов растения использовали 51,4 кг N; 10,0 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 51,1 кг K<sub>2</sub>O; 45,8 кг CaO, т. е. почти столько же, как и в условиях Центральной черноземной зоны.

Изменение соотношений питательных элементов, усваиваемых капустой во время роста в черноземной зоне, было таким же незначительным, как и при выращивании в подзолистой зоне.

За все время вегетации содержание азота в сумме N + P<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O изменялось от 46,6 до 45,5%; фосфора — от 9,7 до 9,0%; калия — от 43,7 до 45,5%.

Для более влажного климата Западной Европы, по данным опытов, проведенных Ф. Котовским (1930) и Реми (1930), капуста для образования 100 ц кочанов использовала 32,8 кг азота, 12,2 кг фосфора и 41,1 кг калия при 60% кочанов от общего урожая.

Сравнение соотношений питательных элементов в урожаях капусты при выращивании в различных климатических зонах отчетливо показывает большое влияние условий выращивания (табл. 266).

Таким образом, подтверждается та общая закономерность, что в более южных зонах, т. е. в более засушливых условиях, растения должны содержать повышенные количества

азота, а при более высокой относительной влажности воздуха они могут обходиться значительно меньшими его количествами.

При разработке системы применения удобрений под белокачанную капусту необходимо учитывать, что капуста после высадки рассады в грунт в первый месяц роста в поле растет сравнительно медленно и потребляет немного минеральных элементов — до 8,5% азота, 6,7% фосфора и 7,5% калия от общей потребности растений. На эти цифры надо ориентироваться при установлении доз удобрений для внесения их в лунки.

Т а б л и ц а 266

**Изменение соотношений питательных элементов в кочанах капусты при выращивании в разных климатических зонах**

Зоны выращивания	Соотношение, %		
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
Черноземная зона . . . . .	45,0	9,2	45,8
Нечерноземная зона, центральная часть . . . . .	39,5	13,5	47,0
То же, западные районы . . . . .	38,2	14,4	47,4

Наиболее интенсивное усвоение капустой минеральных элементов наблюдается в месяц, следующий за началом завязывания кочанов. В этот месяц растения капусты сорта Слава поглощают 84,4% азота, 86% фосфора и 84% калия от общей потребности за весь вегетационный период (Журбицкий, 1963). Таким образом, этот период очень важен для обеспечения быстрого роста капусты и получения высокого урожая. В начале этого периода наиболее целесообразно применение подкормок в дополнение к основному удобрению, которое должно вноситься под основную вспашку.

Потреблением больших количеств питательных элементов в короткие сроки объясняется большая отзывчивость капусты на удобрения. Как указывалось выше, минеральные удобрения оказываются эффективнее органических потому, что скорость минерализации азота навоза в почве такова, что не обеспечивает возможных темпов роста капусты. Только минеральные удобрения, в которых весь азот находится в доступной для растений форме, могут обеспечить капусту питанием при любой скорости ее роста.

Как указывает З. И. Журбицкий (1963), на оподзоленном суглинке урожай капусты без внесения удобрений составил в среднем 206 ц/га; прибавка урожая при внесении 40—60 т/га навоза составила 100 ц/га, а при внесении NPK по

90 кг/га — 179 ц/га. На оподзоленных черноземах преимущество минеральных удобрений было еще большим. Урожай без удобрений был равен 268 ц/га, прибавка при внесении навоза составила 96 ц/га, а при внесении минеральных удобрений 160 ц/га.

Капуста больше всего нуждается в азоте, поэтому шарные комбинации удобрений без азота дают низкие прибавки урожая. На оподзоленных суглинках, без внесения удобрений, был получен урожай 244 ц/га, прибавка при внесении  $\text{NP}$  составила 152 ц/га, при внесении  $\text{NK}$  — 166 ц/га, а при внесении  $\text{PK}$  — только 56 ц/га. Внесение  $\text{NPK}$  дало прибавку 218 ц/га, а внесение одного азота 101 ц/га (Журбицкий, 1948).

Исходя из приведенных выше данных о потребности капусты в питательных элементах и учитывая коэффициенты их использования, можно считать, что для образования 100 ц кочанов необходимо внести в почву не меньше 50 кг N, 50 кг  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 60 кг  $\text{K}_2\text{O}$ .

В опытах Института овощного хозяйства под капусту вносилось обычно по 90 кг N и  $\text{P}_2\text{O}_5$  и 120 кг/га  $\text{K}_2\text{O}$ ; при хорошем использовании этих удобрений прибавка урожая составляла около 200 ц/га. В нечерноземной зоне эта прибавка составила в среднем 218 ц/га, что близко к расчетным величинам.

В черноземной зоне капуста потребляет больше азота, поэтому при тех же дозах удобрений прибавка урожая составила 160 ц/га, что отвечает расчетам. Если считать, что для обеспечения поглощения растениями 51,2 кг N надо внести 60 кг N в виде минеральных удобрений, то прибавка урожая от 90 кг N должна составлять 150 ц кочанов капусты.

Капуста имеет большую питательную ценность. По данным анализов, проведенных Г. А. Луковниковой (1961), белокочанная капуста содержит от 6,1 до 11,0% сухого вещества; от 2,6 до 5,3% сахаров; от 1,1 до 2,3% белка; от 0,6 до 1,1% клетчатки; около 0,6% зольных элементов; от 13 до 70 мг аскорбиновой кислоты на 100 г свежей капусты. Каротина содержится от 0,01 до 0,04 мг/100 г.

Различные соотношения используемых удобрений и их формы могут оказывать заметное влияние на качество кочанов капусты.

В опытах А. А. Кудрявцевой и З. И. Журбицкого (1935), проведенных в Институте овощного хозяйства на супесчаной почве, была показана большая роль калия при создании высокого урожая капусты с повышенным содержанием сахаров.

Содержание белков в кочане капусты несколько снижается при внесении калийных удобрений, что находится в корреляции с образованием более высокого урожая (табл. 267).

Большое влияние на качество капусты оказывает внесение удобрений в различных сочетаниях. В опытах, проведен-



## Влияние форм азотных и калийных удобрений на урожай и качество кочанов капусты сорта Номер первый

Внесение удобрений	Вес кочана, г	Кочанов в урожае, %	Белков, %	Сахара, %	Сухих веществ, %
Серноокислый аммоний + Р . . . . .	522	52	1,52	2,00	5,12
Хлористый аммоний + серноокислый калий + Р . . . . .	771	47	1,34	2,73	7,20
Серноокислый аммоний + серноокислый калий + Р . . . . .	1017	66	1,28	2,78	5,84
Серноокислый аммоний + хлористый калий + Р . . . . .	819	55	0,95	3,17	7,70
Азотнокислый аммоний + азотнокислый калий + Р . . . . .	1065	53	1,02	3,36	6,45

ных Г. Г. Вендило (1961) на окультуренном оподзоленном суглинке Агробиологической опытной станции Московского государственного университета в Чашниково (под Москвой), наивысший процент сахаров был получен в кочанах при внесении НК; наибольший процент белка получен при внесении NR, а витамина С — при внесении РК, но наибольший сбор сахаров, белка и витамина С был получен при внесении NPK, поскольку при этом был собран самый высокий урожай (табл. 268).

Таблица 268

## Влияние сочетаний удобрений на качество капусты

Варианты опыта	В % на сухое вещество			Белок, кг/га	Витамин С, мг % на сырое вещество
	сумма сахаров	моно-сахара	белок		
Почва без удобрений . .	37,3	33,4	9,9	260	33,3
N . . . . .	37,5	35,4	12,0	618	31,6
NK . . . . .	38,0	34,8	10,6	590	31,3
NR . . . . .	35,5	33,0	12,0	556	31,9
RK . . . . .	35,1	31,8	10,0	400	33,5
NPK . . . . .	36,8	33,9	11,8	680	29,8

П. А. Власюк (1961) сообщает о положительном влиянии внесения серноокислой меди в дозе 5 кг/га на качество капусты, выращенной в Киево-Святошинском районе. Содержание сухого вещества повысилось от 8,6 до 9,2% и белка с 2,26 по 2,52%. Марганец и молибден действовали слабее.

Качество капусты изменяется и в зависимости от сорта. По данным анализов ранних сортов капусты (Номер первый,

Копенгагенская, Колхозница и др.), 12 среднеспелых (Вальватьевская, Слава и др.), 18 среднепоздних (Белорусская, Кубышка, Сабуровка, Каширка и др.) и 6 поздних сортов (Московская поздняя, Амагер и др.), выращенных на сортоучастках в Московской области (Журбицкий, 1955), содержание азотистых веществ и сахаров постепенно увеличивается у более поздних сортов (табл. 269).

Таблица 269

Зависимость состава кочанов капусты от ее скороспелости

Характеристика сортов капусты	Азотистые вещества, %	Сумма сахаров, %	Аскорбиновая кислота, мг %
Раннеспелые сорта . . . . .	1,27	3,59	27,4
Среднеспелые сорта . . . . .	1,88	4,20	28,8
Среднепозднеспелые сорта . . . . .	1,82	4,72	30,8
Позднеспелые сорта . . . . .	2,14	4,64	34,9

Содержание аскорбиновой кислоты также было большим у позднеспелых сортов.

Эти закономерности связаны со свойствами сортов капусты и, по-видимому, достаточно устойчивы, потому что опыты, проводившиеся в течение трех лет под Ленинградом, дали аналогичные результаты (Луковникова, 1961): скороспелые сорта содержали 3,1% сахаров; среднеспелые — 4,2%, позднеспелые — 4,3%. Содержание аскорбиновой кислоты соответственно было равно 31, 33 и 41 мг на 100 г. Контроль за питанием растений по анализу листьев капусты может давать положительные результаты, поскольку содержание питательных элементов в листьях не подвергается сильным изменениям во время роста.

Как было показано выше, в течение вегетации наблюдается заметное снижение процентного содержания азота в листьях (с 5,5 до 4%). Содержание калия поддерживается на уровне около 5,5%  $K_2O$ , а фосфора — около 1,2  $P_2O_5$ . Приведенные цифры получены при анализе всех листьев, находившихся на растении. Для того чтобы пользоваться анализами отдельных листьев, следует обратить внимание на различия в составе листьев отдельных ярусов. В табл. 270 приведены такие данные для капусты сорта Амагер, выращенной на пойменной почве (Журбицкий, 1963).

Как показали анализы листьев средних и нижних ярусов капусты сорта Амагер, они сравнительно мало различаются по содержанию азота и фосфора, только содержание калия заметно снижено в более старых листьях.

Таблица 270

Процентное содержание минеральных элементов в различных органах поздней капусты сорта Амагер

Исследуемые части растений	Сухое вещество, %			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
<i>27/VII — в начале образования кочана</i>				
Листья . . . . .	4,03	1,15	2,68	4,90
Кочерыга . . . . .	3,90	1,42	2,89	1,16
<i>5/X при уборке урожая</i>				
Кочан . . . . .	3,94	1,09	2,92	0,69
Средние наружные листья . . . . .	3,59	1,05	2,62	2,47
Нижние наружные листья . . . . .	3,29	0,82	1,72	6,55
Кочерыга . . . . .	3,82	1,17	3,32	1,23

Весьма резко листья разных ярусов отличаются только по содержанию кальция, который накапливается в старых листьях.

Сравнение данных анализа листьев капусты, проведенного 27/VII, т. е. в начале завязывания кочана, с данными анализа листьев среднего яруса, проведенного при уборке 5/X, также показывает, что во время вегетации состав листьев изменяется незначительно.

Данные, полученные по азоту и фосфору, показывают полную обеспеченность капусты этими элементами. Содержание калия в листьях занижено, поскольку капуста выращивалась на пойменной почве, бедной калием; вследствие этого и выход товарной части урожая в данном случае был невысоким (57%).

Таблица 271

Влияние минеральных удобрений на урожай и качество семян ранней капусты сорта Номер первый (расчет на одно растение)

Вариант опыта	Урожай, г	Число семян	Вес 1000 семян, г
Контроль без удобрений . . . . .	11,4	2615	4,36
1 доза азота перед высадкой . . . . .	12,2	3000	4,08
2 дозы азота » . . . . .	12,0	3100	3,86
2 дозы фосфора » . . . . .	11,5	2846	4,04
2 дозы азота и фосфора » . . . . .	13,4	3117	4,30
2 дозы фосфора через 10 после высадки . .	12,0	2746	4,37
2 дозы азота и фосфора перед высадкой			
+0,5 дозы N при цветении . . . . .	13,7	3400	4,03
То же + 0,5 дозы фосфора при цветении . .	11,6	2434	4,77

Иной подход к установлению режима питания растений капусты должен быть при выращивании семян, т. е. на 2-й год жизни.

Реакция семенников капусты на удобрения связана со сроками дифференциации почек у капусты. Вегетационные опыты показали, что усиленное азотное питание ускоряет рост и формирование соцветий (Кружилин, Шведская, 1966). На усиленном азотном или азотнофосфорном фоне питания соцветия капусты были более мощными, а урожай семян выше. Подкормки азотом в период *цветение — образование семян* дали повышение урожая за счет увеличения количества семян. Наиболее полновесные семена были получены при подкормках фосфором (табл. 271).

### ЦВЕТНАЯ КАПУСТА

Для цветной капусты нет данных по динамике потребления растениями минеральных элементов, но на основании имеющихся анализов состава отдельных органов растений можно получить представление об изменении потребности питания растений с возрастом.

В листьях рассады цветной капусты содержание азота значительно преобладает над калием, а в стеблях и черешках калия несколько больше, чем азота (табл. 272).

Таблица 272

Соотношение питательных элементов в органах рассады цветной капусты сорта Эрфуртская

Органы растений	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Листья . . . . .	61,2	14,6	24,2	27,8
Черешки и стебли . .	42,0	9,0	49,0	16,5

Вес сухой массы листьев рассады в два раза превосходит вес стеблей с черешками, поэтому рассада цветной капусты гораздо требовательнее к азоту, чем к калию. Ко времени уборки цветной капусты соотношение между азотом и калием в листьях несколько выравнивается, но преобладание азота сохраняется до конца вегетации (табл. 273).

В более старых листьях наблюдается снижение содержания калия при увеличении относительного содержания фосфора и особенно кальция.

Опыты по выращиванию рассады цветной капусты при различных условиях питания показали большое значение правильных соотношений при внесении минеральных элементов (Нацентов, 1959). При выращивании рассады в торфоземля-

ных горшочках без внесения удобрений урожай головок цветной капусты составил 188 ц/га. При внесении 46 г N, 16 г P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> и 16 г K<sub>2</sub>O на 100 кг смеси земли при изготовлении горшочков, т. е. при внесении удобрений в необходимом соотношении, с учетом, что фосфор используется хуже других элементов, урожай увеличился до 279 ц/га.

Уменьшение дозы азота в два раза снизило урожай цветной капусты до 225 ц/га, а увеличение дозы фосфора в два

Таблица 273

Соотношение питательных элементов в органах цветной капусты сорта Эрфуртская

Органы растений	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Головка . . . . .	43,4	15,4	41,2	7,5
Листья, 1-й ярус сверху . . . . .	45,5	16,7	37,8	12,8
» 2-й » . . . . .	48,2	14,7	37,1	14,2
» 3-й » . . . . .	49,0	14,9	36,1	17,7
» 4-й » . . . . .	47,2	16,4	36,4	62,0
» 5-й » . . . . .	46,0	20,7	33,3	100,0
Кочерыга . . . . .	39,0	15,4	45,6	20,2
Целое растение . . . . .	46,0	16,0	38,0	38,0

раза ускорило завязывание головок, но при этом резко уменьшился их размер и урожай снизился до 185 ц/га, т. е. оказался равным урожаю, полученному без удобрений.

По данным Е. А. Захряпиной, потребность цветной капусты в минеральных элементах при пересчете на 100 ц товарных головок значительно больше, чем для белокочанной капусты, так как в общем урожае товарная часть цветной капусты составляет значительно меньшую долю. Это можно видеть из данных опытов, проведенных на супеси Текстильщикова (табл. 274).

Потребность цветной капусты для образования 100 ц товарных головок в среднем при выходе товарной продукции от 35 до 38% общего урожая составляет 88 кг азота, 28 кг фосфора и 79 кг калия, т. е. более чем в два раза превосходит потребность белокочанной капусты для образования 100 ц кочанов. При более низком содержании головок цветной капусты в урожае (29%) потребность растений для образования 100 ц головок возрастает до 119 кг азота, 34 кг фосфора и 108 кг калия.

В листьях цветной капусты содержится больше минеральных элементов, чем в листьях белокочанной капусты (табл. 275). Эти видовые различия следует учитывать при использовании метода листовой диагностики для определения потребности растений в питательных элементах.

В общем урожае цветной капусты азот преобладает над калием, что, по-видимому, объясняется тем, что товарная часть составляет в урожае не более 35—38%, т. е. значитель-

Таблица 274

Потребление питательных элементов цветной капустой сорта Снежный шар

Внесение удобрений	Урожай товарных головок, ц/га	% товарной части в урожае	Поступило на 1 га, кг			Потребление на 100 ц, кг		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
а) Без удобрений . . . . .	88	35	68	28	81	77	32	92
б) 120—120—160 вразброс с глубокой заделкой . . . . .	133	28	155	42	150	117	32	114
в) Та же доза в середине междурядий . . . . .	128	37	113	35	100	88	27	77
г) То же при смешивании с почвой 1:20 . . . . .	141	35	119	40	102	84	28	73
д) То же, что в, но 1/3 удобрений в лунки в растворе . . . . .	179	30	230	67	191	128	37	107
е) То же, что в, но 1/3 удобрений в рядок в сухом виде . . . . .	162	38	177	56	168	109	34	103

Таблица 275

Процентное содержание питательных элементов в органах цветной капусты Эрфуртской

Части растения	% на сухое вещество			
	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	CaO
Головка . . . . .	4,19	1,49	3,99	0,73
Листья, 1-й ярус сверху . . . . .	4,05	1,49	3,37	1,95
» 2-й » » . . . . .	4,57	1,39	3,52	2,94
» 3-й » » . . . . .	5,34	1,63	3,92	4,33
» 4-й » » . . . . .	5,17	1,79	3,98	6,78
» 5-й » » . . . . .	4,40	1,98	3,18	9,57
Кочерыга и корень . . . . .	3,04	1,20	3,66	1,57

но меньше, чем у белокочанной капусты. В среднем соотношение N : P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> : K<sub>2</sub>O = 46 : 14 : 40.

Распределение удобрений при внесении их в лунки и под вспашку может быть сделано так же, как и для белокочанной капусты.

## УСТОЙЧИВОСТЬ КАПУСТЫ К НЕБЛАГОПРИЯТНЫМ УСЛОВИЯМ

### УСТОЙЧИВОСТЬ К ПОВЫШЕННЫМ И ПОНИЖЕННЫМ ТЕМПЕРАТУРАМ

Наибольший вред для роста капусты на юге составляют высокие температуры, а в прохладных районах (Забайкалье, Якутия, горные зоны) — засуха. Поэтому в южных районах помимо подбора жароустойчивых и засухоустойчивых сортов, применения орошения, притенения растений и мульчирования почвы хороший эффект дает безрассадный метод культуры, т. е. посев семян в грунт, позволяющий растениям развивать более мощную, глубокую и ненарушенную корневую систему, обеспечивающую лучший водный режим (Винник, 1950; Ковалева, 1959; Дорохов, 1959; Лилоян, 1962 и др.). Для этой цели на Кубани позднюю капусту сеют в грунт в начале апреля. М. Красников (1963) сообщает, что на Казахской овощной опытной станции около Алма-Аты при посеве поздней капусты сорта Завадовская в начале апреля в грунт в среднем за три года был получен урожай кочанов 319 ц/га, а при рассадном способе только 162 ц/га. При этом затраты труда при безрассадном способе выращивания сократились примерно в два раза.

Загущение посадок для притенения почвы (55 тыс. растений на гектар) и обильное орошение (более 10 поливов) позволили получить в колхозе им. Ленина, Наримановского района, Астраханской области, в 1962 г. от 520 до 660 ц кочанов ранней капусты с гектара. Таким образом, при хорошей защите растений от жары можно получать высокие урожаи капусты в самых жарких и засушливых южных районах.

В южных районах с теплой зимой производят и подзимние посевы капусты с применением орошения. Так, К. М. Мусаев (1963) установил, что в Чечено-Ингушской АССР капусту сорта Дербентская озимая, Номер первый и другие можно высевать 10—20 сентября. Благодаря осенним поливам капуста закаляется и выдерживает зимние заморозки; весной дают 1—2 полива и в середине мая получают урожай кочанов до 200—260 ц/га. Стрелкующихся растений при посеве в этот срок бывает не более 6—7%, а при раннем посеве (в августе) — больше 20%. Для уменьшения количества стрелкующихся растений следует использовать сорта с более длинной стадией яровизации. Для культуры семенников капусты на юге рекомендуется использовать летние высадки (в июле); хорошие результаты дает выращивание семенников капусты в горных прохладных районах (Русанова, 1949; Бел-Кузнецова, 1956; Бенклевская, 1959 и др.).

Продуктивность и устойчивость растений к неблагоприят-

ным условиям зависят от особенностей обмена веществ, в частности, от состава и активности ферментов. Например, активность пероксидазы и дыхание (Кружилин, 1954) возрастают при повышении температуры воздуха (табл. 276).

Однако такой параллелизм наблюдается лишь у местных жароустойчивых сортов капусты; у нежароустойчивых сортов активность пероксидазы с повышением температуры резко снижается, а дыхание, наоборот, еще больше возрастает, что указывает на расстройство физиологических функций. У жа-

Таблица 276

**Дыхание и активность пероксидазы у капусты сорта Судья при выращивании на юге**

Показатель	7 час температура 14°	13 час температура 31°	18 час температура 27°
Дыхание листьев мг CO <sub>2</sub> за 1 час на 100 см <sup>2</sup> . . . . .	3,94	5,63	4,59
Активность пероксидазы, мг % пурпурогаллина на сырой вес . .	2,37	3,0	—

роустойчивых сортов повышение активности пероксидазы, по видимому, имеет защитный, адаптивный характер. Причиной этих различий является резкое снижение содержания воды в листьях у нежароустойчивых сортов.

Высокие температуры отрицательно влияют не только на листья, но и на корни, где могут накапливаться вредные продукты обмена, ингибирующие рост (Campbell, 1959).

От водного режима и температуры среды зависит и фотосинтез у разных сортов растений капусты. В середине вегетационного периода листья капусты содержат от 40 до 280 мг хлорофилла на 100 г сырого веса (Луковникова, 1961), а в конце вегетации 26—78 мг. Наиболее активный синтез и накопление сухих веществ в растении наблюдаются в прохладное и влажное время суток — утром и вечером, особенно у южных сортов. В середине дня, с уменьшением содержания воды в растении при высокой температуре, ослаблением активности хлоропластов и увеличением расхода органических веществ (главным образом сахаров) на возросшее дыхание, накопление сухих веществ в процессе фотосинтеза снижается. По нашим данным (Кружилин, 1954), на Кубани самая высокая интенсивность фотосинтеза у растений капусты наблюдается утром. Во второй половине дня более резкое снижение фотосинтеза наблюдается у северного сорта Московская поздняя, не приспособленного к данным условиям (табл. 277).

В связи с резким снижением содержания воды в листьях и интенсивности фотосинтеза в середине дня наблюдается



значительное ослабление накопления сахаров в растении, что обусловливается и расходом их на дыхание (табл. 278, 279).

Таблица 277

Привес сухого вещества листьев за 1 час (мг на 100 см<sup>2</sup>)

Сорт	Условия			Средняя температура за 1 час
	9—11 час; 21—33°	11—14 час; 23—30°	14—17 час; 30—24°	
Судья, южный . . . . .	29,5	9,8	3,2	14,2
Московская поздняя, северный . . . . .	19,3	9,9	—13,3	5,3

Таблица 278

Изменение содержания сахаров в листьях капусты в течение дня (% на воздушно-сухой вес)

Сорт	Условия			Условия			Условия		
	8 час, t 24°, влажность 67%			13 час, t 33°, влажность 44%			18 час, t 23°, влажность 59%		
	моно- зы	диса- хара	сумма	моно- зы	диса- хара	сумма	моно- зы	диса- хара	сумма
Можарская, южный . . . . .	1,06	1,29	2,35	0,06	1,13	1,19	0,53	2,17	2,7
Московская поздняя, северный . . . . .	0	0,92	0,92	1,0	0,39	1,39	0,52	0,12	0,64

Таблица 279

Изменение содержания азота в листьях капусты в течение дня (% на воздушно-сухой вес)

Сорт	Условия			Условия			Условия		
	8 час, t 24°, влажность 67%			13 час, t 33°, влажность 44%			18 час, t 23°, влажность 59%		
	общий	белко- вый	небел- ковый	общий	бел- ковый	небел- ковый	общий	бел- ковый	небел- ковый
Можарская, южный . . . . .	4,79	4,13	0,66	4,43	3,73	0,70	4,53	3,86	0,67
Московская поздняя, северный . . . . .	4,60	3,74	0,86	4,72	3,61	1,11	4,15	3,36	0,79

При этом с повышением температуры изменяется соотношение сахаров, особенно у северных неприспособленных сортов, у которых наблюдается резкое увеличение содержания моноз, как вынужденная реакция на высокие температуры, а к вечеру уменьшается и общее количество сахаров. Содержание белков изменяется незначительно.

Южный сорт капусты Можарская отличается более стабильным содержанием всех форм азота в течение дня, а северный сорт Московская поздняя — меньшим содержанием белка и значительным возрастанием в середине дня содержания небелкового азота, что указывает на разрушение белка и возможное накопление вредных азотистых веществ (аммиака и др.).

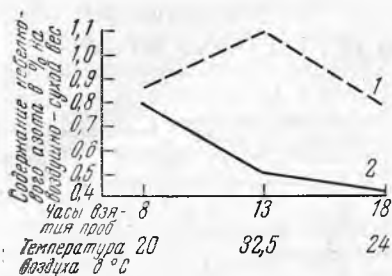


Рис. 62. Содержание небелкового азота в листьях капусты северного сорта Московская поздняя (1) и южного болгарского сорта Личуришка (2)

Под влиянием высоких температур особенно у северного сорта Московская поздняя наблюдается повышение содержания аммиачного азота в листьях капусты (рис. 62). Интересно отметить, что при тении растений марлей и орошение понижали температуру воздуха, снижали нагрев растений и ослабляли накопление моноз и небелкового азота даже у северного сорта Московская поздняя (Зоз, 1947; Кружилин, Зауралов, 1951).

## СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ

Известно, что белокочанная капуста отличается средней солеустойчивостью, т. е. выдерживает засоление почвы не более 0,4—0,6% хлористых солей, а цветная — низкой. Фрине (Freney, 1959) выращивал белокочанную и цветную капусту 7 недель в сосудах при внесении хлоридов и получил аналогичные результаты. При этом в растениях уменьшалось содержание аминокислот за счет аргинина, пролина, аспарагина и др.

Недостаток хлора в питательной среде влечет за собой увеличение содержания свободных аминокислот в листьях.

Ким Чжун Мин (Kimchoon Min, 1958) показал, что выращивание рассады капусты при засолении поваренной солью и особенно углекислым натрием резко снижает содержание в растении хлорофилла, каротина и аскорбиновой кислоты. Автор объясняет это токсичным влиянием солей, а не осмотическим давлением почвенного раствора. Окава Токая (Okawa Takay, 1961) показал, что внесение под капусту NaCl (1000—2000 мг/л) стимулирует рост ее листьев, а при дальнейшем повышении снижается их сухой вес. Солеустойчивые формы и сорта отличаются повышенным содержанием калия в листьях и наоборот.

## УСТОЙЧИВОСТЬ К БОЛЕЗНЯМ

У поздних сортов капусты активность ферментов и расход сахаров были выше, чем у ранних сортов (Рубин и др., 1948). В последующих исследованиях Б. А. Рубина и Е. П. Четвериковой (1955) показано, что сорт капусты Амагер характеризуется высоким уровнем активности пероксидазы и остаточного дыхания (табл. 280).

Значительные изменения биохимических процессов наблюдаются при поражении растений болезнями. Б. А. Рубин

Таблица 280

### Окислительные процессы и устойчивость сортов капусты к болезням

Показатель	Амагер (устойчивый)	Номер первый (неустойчивый)
Пероксидаза (пурпурогаллиновое число) . . . . .	14,9	23,6
Аскорбиноксидаза (в мг окисленной аскорбиновой кислоты на 1 г сырого веса за 1 час) . . . . .	14,5	10,6
Аскорбиновая кислота (в мг CO <sub>2</sub> ) . . . . .	47,9	32,5
Дыхание (в мг CO <sub>2</sub> ) . . . . .	24,8	17,4

с сотрудниками (1948) указывали на сильные изменения и большую роль окислительных ферментов при поражении растений болезнями.

На внедрение токсина гриба (*Botrytis cinerea*) сорт Амагер реагировал усилением активности пероксидазы и ферментов остаточного дыхания, что приводило к общему усилению дыхания. У неустойчивого к болезням сорта Номер первый основным ферментом, катализирующим поглощение кислорода, является чувствительная к токсину аскорбиноксидаза, активность которой резко снижается у обоих сортов. Под влиянием токсина гриба цитохромоксидаза у этих сортов полностью инактивируется и в тканях неустойчивого к болезням сорта усиливаются гидролитические процессы.

В последующих работах (Рубин, Арциховская, 1960) было показано, что при внедрении токсина паразита в листья устойчивого к грибу сорта капусты Амагер наблюдается снижение содержания аминокислот и повышение синтеза белков (табл. 281).

Хайтефусс (Heitefuss, 1960) установил, что после поражения капусты грибом *E. oxysporum* у неустойчивых к грибу

сортов содержание общего азота понижалось, а растворимого — повышалось. Иммунологические исследования показали, что у зараженных растений белки состоят из семи компонентов, а у здоровых — только из четырех.

По данным Б. А. Рубина (1960), у неустойчивого сорта капусты под влиянием токсина гриба *Botrytis cinerea* сильнее подавляется синтез сахарозы; чем больше в растении содержится моноз, тем сильнее поражаются они болезнями. Устойчивые к заболеванию сорта характеризуются более интенсив-

Таблица 281

Влияние токсина на обмен азотистых веществ в листьях устойчивых и неустойчивых к заболеванию сортов капусты (мг на 1 г сырого веса)

Азот	Устойчивый сорт		Неустойчивый сорт	
	контроль	токсин	контроль	токсин
Белковый . . . . .	0,41	0,64	0,23	0,21
Аминокислотный . . . . .	0,60	0,43	0,64	0,73
Амиды+аммиак . . . . .	0,30	0,26	0,40	0,42
Сумма . . . . .	1,31	1,33	1,27	1,36

ным дыханием, способностью при внедрении токсина быстро заменять в дыхательных системах одни ферменты другими и тем осуществлять детоксикацию токсинов. Основным окислительно-восстановительным механизмом в этом процессе является система *полифенолы — полифенолоксидазы*. В связи с этим автор отводит большую роль фенолам, накоплению хинонов и пр. Такими особенностями характеризуются иммунные сорта.

Б. А. Рубин и Т. М. Иванова (1963) показали, что у белокачанной капусты сорта Амагер накапливается значительное количество дубильных соединений и, кроме того, содержится много свободных фенолов, растворимых в воде: кофейная и хлорогеновая кислоты, флороглюцин и др. Сорт Амагер имеет более высокую дегидразную активность, чем другие сорта. Как указывалось выше, авторы связывают с этим устойчивость капусты к болезням.

По данным Г. Г. Антонова (1962), наиболее сильное поражение капусты килой отмечается в фазу формирования кочана; устойчивые сорта содержат больше аскорбиновой кислоты.

Следует отметить, что в субтропических районах с высокой влажностью, например в Адлере, кочаны капусты сильно поражаются макроспориозом, а в более южных и влажных

зонах Западной Грузии капусту по этой причине очень трудно выращивать. По-видимому, для этих условий следует подбирать сорта, более устойчивые к заболеванию, — сорта с повышенным фенольным и азотным обменом, с пониженной транспирацией, с восковым налетом на листьях, с толстыми и механически прочными покровными тканями и т. д. Нужно испытать сорта из влажных тропических районов земного шара.

### ВЛИЯНИЕ НЕБЛАГОПРИЯТНЫХ УСЛОВИЙ НА РАСТЕНИЯ ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ

В условиях защищенного грунта (теплицы, парники) выращивают главным образом цветную капусту. Культура ее в этих условиях хорошо освоена, однако физиология роста и развития цветной капусты в защищенном грунте изучена слабо.

Д. И. Нацентов (1959) с сотрудниками показали, что для доращивания цветной капусты осенью лучше делать специальные летние посевы в июне. Под Москвой в конце октября (на юге позже) при наступлении у цветной капусты состояния устойчивого покоя выбирают растения, имеющие не менее 30 листьев и головки весом 100—150 г (5—7 см в диаметре), вынимают их с корнями из почвы и прикапывают в парниках или на стеллажах теплиц по 30—40 штук на 1 м<sup>2</sup>. Температура при этом должна быть от 0 до +5° (лучше +2°), а влажность воздуха 80—90%. В этих условиях капуста «доращивается» за счет запасов в листьях.

При низкой влажности и высокой температуре растения сильно испаряют воду, быстрее завядают, передвижение питательных веществ из листьев в головки ослабевает, а расход пластических веществ на дыхание возрастает. Но и высокая влажность (100%) вредна, так как транспирация приостанавливается и это вызывает задержку роста и ухудшение доращивания головок. При высокой температуре соцветия израстают и вместо головки получается «рассыпуха». Для повышения жароустойчивости цветной капусты, выращиваемой в теплицах и парниках в апреле — мае, следует подкармливать растения цинком.

Известно, что цветная капуста очень требовательна к свету, поэтому при выращивании ее рассады в зимнее время производят досвечивание. В. М. Леман (1961) показал, что при досвечивании в феврале — марте лампами накаливания и люминесцентными лампами созревание головки цветной капусты наступило на две недели раньше, чем без досвечивания. По данным Руге (Ruge, 1959), выращивание рассады в теплице при ослаблении синих лучей и усилении зеленых снижает накопление у цветной капусты сухого вещества.

## ФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОРТОВ КАПУСТЫ И МЕТОДОВ ЕЕ СЕЛЕКЦИИ

Для ускорения оценки сортов и новых форм капусты важное значение имеют физиологические методы. А. С. Кружилин и О. А. Зауралов (1950) проводили оценку транспирации у некоторых сортов капусты, выращиваемой на Кубани (табл. 282).

Т а б л и ц а 282

### Транспирация у сортов и перспективных форм капусты

Сорт и форма	8 час; t 23—25°	11 час; t 27—31°	14 час; t 29—31°	17 час; t 29°
<i>% к утренним наблюдениям</i>				
Судья . . . . .	100	125	—	125
Можарская . . . . .	100	100	133	100
<i>% к стандарту</i>				
Ликуришка (стандарт)	100	100	100	100
Семья № 11 . . . . .	176	166	115	153
Семья № 19 . . . . .	100	125	115	144

Из южных сортов наилучшим по физиологическим свойствам оказался сорт Ликуришка. К середине дня, с повышением температуры воздуха и понижением относительной влажности с 80 до 50%, транспирация листьев растений этого сорта возрастает более значительно, что позволяет ему лучше охлаждать свои ткани.

Отверстность устьиц у всех сортов держалась на высоком уровне. При орошении продолжительность транспирации повышалась до 14 час, а без орошения — только до 11 час. Эти три сорта, широко распространенные в производстве, являются южными по происхождению и культивируются здесь много лет. Из них наиболее старым и приспособленным к местным условиям является сорт Ликуришка, выведенный в Болгарии.

Мы предположили, что по интенсивности транспирации и другим физиологическим признакам можно оценивать и отбирать сорта на жароустойчивость. С этой целью нами (Кружилин, 1954) были проанализированы новые более продуктивные формы, выделенные Н. Н. Кочергиной на Краснодарской опытной станции. Оказалось, что некоторые семьи капусты (№ 11 и др.) отличаются более высокой транспирацией, чем исходные формы. Это позволяет растениям при выращивании на юге охлаждать ткани при их перегреве и переносить жару; к тому же их листья покрыты восковым налетом, защищающим их от лишнего испарения. Как указывалось

выше, северные сорта (Московская поздняя и др.), не приспособленные к южным условиям, резко снижают транспирацию и быстро закрывают свои устьица, однако это не улучшает роста. Эти сорта на единицу площади имеют меньшее количество устьиц (14,9 шт. на 100  $\mu\text{к}^2$ ), чем южный сорт Можарская (18,4). В условиях Азербайджана лучшими являются сорта Судья, Волгоградская, Завадовская и др. (Аликсер-Заде, 1961).

Н. А. Савченко (1962) путем ежегодного посева семян в июне и последующих отборов вывел более скороспелый, засухоустойчивый и высокоурожайный сорт капусты для условий Луганской области. Нами (Кружилин, 1948, 1954) был предложен аналогичный метод выведения жароустойчивых сортов капусты для условий Кубани, который дал положительные результаты.

Б. А. Рубин (1945) установил следующие различия в интенсивности дыхания листьев ранних и поздних сортов капусты в течение всего периода вегетации (табл. 283).

Как видно из этих данных, хотя интенсивность дыхания растений с возрастом понижается, резкие различия между сортами все же сохраняются; при этом у позднего сорта интенсивность дыхания всегда выше, чем у раннего. Следовательно, по этому свойству можно отбирать формы растений разной скороспелости уже на самых ранних этапах их жизни — в первые дни после всходов. Аналогичные различия между этими сортами наблюдаются и по активности окислительных ферментов (пероксидазы и пр.). Обратные соотношения между сортами отмечаются в отношении активности гидролитических ферментов (инвертазы, амилазы и др.): у раннего сорта активность этих ферментов гораздо выше, вследствие чего у него происходит более быстрый распад и потеря сложных веществ — полисахаридов, белков и пр., что обуславливает слабую лежкость кочанов при хранении.

Капуста характеризуется высокой активностью фермента пероксидазы во всех органах (Рубин и др., 1960). По данным Б. А. Рубина и Е. П. Четвериковой (1955), активность пероксидазы, цитохромоксидазы и аскорбиноксидазы (как и аскорбиновой кислоты) в листьях капусты возрастает до начала завивки кочана, а затем резко снижается (особенно первых двух ферментов); при этом у позднеспелого сорта Амагер активность ферментов всегда выше, чем у ранней капусты (рис. 63). В период хранения кочанов активность указанных

Таблица 283  
Интенсивность дыхания листьев разных сортов капусты ( $\text{мг CO}_2/\text{кг сырого веса за час}$ )

Возраст растений, дни	Раннеспелый сорт Номер первый	Позднеспелый сорт Амагер
3	16,2	31,4
8	13,3	15,5
31	4,0	5,2
48	3,8	6,4
70	2,5	2,7

ферментов в листьях находится на низком уровне, а у нележких сортов цитохромоксидазная активность утрачивается полностью.

При селекции на скороспелость следует отбирать формы с короткой стадией яровизации и ранней дифференциацией почек, с быстрым темпом роста, мелкоклеточными эпидермисом и паренхимой, с высокой активностью окислительных ферментов. При повышении жароустойчивости лучше брать материал, характеризующийся интенсивным ростом, высокой активностью пероксидазы, устойчивым водным режимом и хорошей дневной отверстностью устьиц. Бергерен (Bergeren, 1960) рекомендует проводить отбор и по семенам. Этими показателями можно пользоваться при селекции на скороспелость и лежкость капусты.

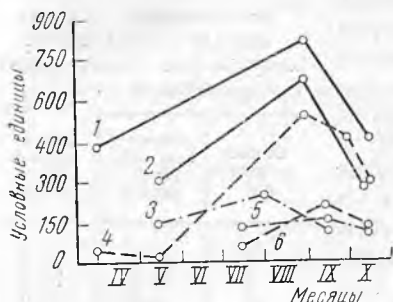


Рис. 63. Изменение активности окислительных ферментов листьев капусты сортов Амагер (1,3,4) и Номер первый (2,5,6) в течение вегетации:

1, 2 — цитохромоксидазы в мкл на 1 г сырого веса в час; 3, 5 — аскорбиноксидазы в мкл кислорода на 1 г сырого веса в час; 4, 6 — пероксидазы в условных единицах (по Рубину и Четвериковой, 1955)

При повышении жароустойчивости лучше брать материал, характеризующийся интенсивным ростом, высокой активностью пероксидазы, устойчивым водным режимом и хорошей дневной отверстностью устьиц. Бергерен (Bergeren, 1960) рекомендует проводить отбор и по семенам. Этими показателями можно пользоваться при селекции на скороспелость и лежкость капусты. В. Д. Брумштейн (1966) рекомендует отбирать сорта белокочанной капусты на устойчивость к *Botrytis cinerea* по более высокой активности пероксидазы.

А. Л. Фельдман (1960) показал, что цветная капуста отличается высокой активностью пероксидазы (особенно у сортов с высоким содержанием сухих веществ) и низкой активностью полифенолоксидазы и каталазы.

В соответствии с физиолого-биохимическими изменениями изменяется продуктивность растений (Schuphan, 1958).

При селекции капусты можно пользоваться и методом прививок (Кружилин, 1960; Иссако, 1960). У гетерозисных растений, формирующих высокопродуктивные гибридные семена с повышенной жизнеспособностью, наблюдается усиленное дыхание, повышенное содержание и активность ростовых веществ, что проявляется в изменении роста отдельных органов растений. А. А. Дорохов (1960) указывает, что гетерозисность у капусты можно наблюдать по росту листьев, а также по величине урожая. Корохода и др. (Korohoda, Kamberski, 1959) получили гетерозисные семена капусты в условиях теплицы. По данным Ниегоф (Neinwhof, 1958), семенная продуктивность растений зависит от периода вегетации. Теперь широко известно, что условия репродукции семян и место размножения (зона) также играют важную роль в фор-



мировании физиологически полноценных и продуктивных семян.

Для ускоренного размножения семян перспективных форм и сортов капусты необходимо шире использовать метод прививки неаровизированных сеянцев капусты на зеленые стебли горчицы или ярового рапса. Исследования показали, что в Московской области семена на прививках капусты вырезают в естественных условиях к осени, а в южных районах можно получить две генерации. При этом семенные поколения капусты не подвергаются отрицательной изменчивости, а химический состав кочанов изменяется слабо (к тому же в сторону улучшения), что обусловлено резкими различиями типов обмена веществ у этих культур (Кружилин, 1960; табл. 284).

Таблица 284

**Изменение химического состава семенных поколений капусты при прививке на горчицу**

Вариант опыта	Сахара, % на сырой вес (сумма)			Аскорбиновая кислота, мг %		
	первое поколение	второе поколение	третье поколение	первое поколение	второе поколение	третье поколение
Контроль (капуста сорта Номер первый)	4,49	3,40	3,50	45,8	31,3	41,2
Прививка . . . . .	4,73	3,50	3,88	40,6	28,3	44,4

### ХРАНЕНИЕ КАПУСТЫ

Хранение капусты представляет большую трудность, что объясняется структурой ее продуктивного органа — кочана, состоящего из продолжающих жить (почти как в естественных условиях) листьев, разных по возрасту, оводненности и химическому составу.

В. Е. Трумп (1934), Б. А. Рубин (1935, 1945) и другие исследователи показали, что значительную трудность представляет сохранение раннеспелых сортов капусты. Это связано с большой динамичностью происходящих в них биохимических процессов и коротким «покоем». Например, в период хранения у ранней капусты сорта Номер первый наблюдается меньшая интенсивность дыхания (17,4), чем у позднего сорта Амагер (24,8 мг СО<sub>2</sub> на 1 кг за час). В отношении активности окислительных ферментов (пероксидазы и др.) получены аналогичные данные. Что касается активности гидролитических ферментов (инвертазы, амилазы и др.), то здесь наблюдается

прямо противоположное явление; у раннеспелого сорта активность гидролитических ферментов выше, вследствие чего запасные вещества (полисахариды, белки) быстро распадаются, ростовые процессы активизируются; поэтому лежкость и устойчивость к болезням снижаются. По наблюдениям В. Е. Групп (1934), в течение зимнего хранения (от ноября до мая) в кочанах поздней капусты сорта Амагер содержание всех форм углеводов (сахаров, гемицеллюлозы и клетчатки), а также сухих веществ резко снижается (сахаров почти в два раза). По данным Б. А. Рубина и Л. В. Метлицкого (1955), в течение зимы среднесуточные потери сахара у капусты составляют 0,03—0,5% от исходного содержания их в период уборки.

На сохраняемость овощей положительное влияние оказывает не только режим постоянных температур и влажности воздуха, но и содержание углекислоты, накапливающейся в процессе дыхания овощей (особенно много ее в траншеях). Углекислота ингибирует некоторые окислительные процессы.

В последние годы начали широко применяться более совершенные и дешевые способы хранения овощей, значительно ослабляющие физиологические процессы, идущие в кочанах и тем самым резко снижающие потери: ледяные склады, обработка химическими препаратами и радиоактивным кобальтом. Опрыскивание кочанов перед уборкой раствором N<sup>6</sup>-бензиламинопурипурина снижает дыхание растений и они лучше сохраняются. В ТСХА разработан способ хранения капусты в буртах с активным вентилированием в течение зимы, автоматически поддерживающим температуру в буртах (Широв, Родин, 1964).

Для зимнего хранения используются обычно позднеспелые сорта, отличающиеся плотным кочаном. К таким сортам относятся в центральной и северной частях СССР: Амагер, Белорусская, Брауншвейгская; в южных зонах — Бирючукская, Можарская и др., которые хорошо сохраняются даже при (0°) — (-2°) и влажности воздуха в хранилище 90—95%. Однако нельзя допускать подмораживания растений, так как это приводит к отмиранию и потемнению внутренних листьев из-за задержки поступления воздуха. Хорошие результаты дает предварительная надрезка кочанов (Палилов, Палилова, 1956).

При установлении режима хранения капусты для семенных целей нужно учитывать потребность более полной яровизации растений и дифференциации почек, что скажется на урожае семян.

Важную роль играют и условия выращивания перед хранением. Н. А. Палилов и И. Г. Палилова (1956) указывают на то, что кочерыги, отделенные при уборке от кочанов, сохраняются хуже и дают низкий урожай семян. Наилучшие ре-

зультаты по яровизации и семенной продуктивности были получены при хранении кочанов при температуре от 0 до +3° (табл. 285).

Весной, после высадки в поле, у семенников, хранившихся при температуре (0°)—(+3°), отрастание наступило раньше. Они полностью прояровизировались, все стрелковали и дали высокий урожай семян.

Таблица 285  
Влияние режима хранения на рост, развитие и урожай  
семян капусты (сорт Номер первый)

Показатели	Температура	
	(0°)—(+3°)	(-1°)—(-3°)
Количество прижившихся растений после высадки в поле, % . . . . .	100	41,6
Количество растений, давших цветочные стрелки, % . . . . .	100	0
Урожай семян на одно растение, г . . . . .	81,0	0

При отрицательных температурах (-1°)—(-3°) кочаны сохранились лучше, однако яровизация у них задержалась, растения не стрелковали (остались «упрямцами») и не дали урожая семян. Аналогичные результаты получены с сортом Амагер.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Авров Н. Н. Цветная капуста. Лениздат, 1954. Алискер-заде Р. Тр. НИИ земледелия Азерб. с.-х. Акад. наук. Баку, 1961. Алискер-заде Р., Марданов А. Социал. сельск. х-во Азербайджана 1959, 11; 1960, 1. Алпатов С. М. Орошение с.-х. культур. Киев, 1950; Сб. «Биологическая основа орошаемого земледелия». М., «Наука», 1966. Анисимов А. М. Тез. докл. научн. конф., 4, Харьков, 1961. Антонов Г. Г. Зап. Ленингр. СХИ, 1962, 87. Арасимович В. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1951, 29, 1. Атаманенко Н. Н. Доповіді Української академії сільськогосподарських наук. Киев, 1959, 1. Барров М. Н. Тр. Сталинградск. СХИ, 1960, 11, 2. Баранаускине Н. Тр. Латв. ин-та земледелия, 1960, 5. Бардинская М. С. ДАН СССР, 1961, 146, 6. Бел-Кузнецова В. Ф. Соц. с.-х. Узбекистана, 1954, 5; Тр. Ташк. СХИ, 1956, 7. Бенклевская А. Ф. Тр. Башкирской плодово-овощной опытн. станции, 1959, 1. Бойко В. С. Тр. Новосибирского с.-х. ин-та, 1955, 9. Борисов В. Я. Сб. «Новое в овощеводстве». Изд-во «Крым», 1968. Брумштейн В. Д. Сб. «Биохимические основы защиты растений». М., «Наука», 1966. Бухарев Ф. Н. Отчет Безенчукской опытн. станции за 1950 г., 1950. Ванюгина Л. Н. Сб. «Ростовые вещества и их роль в процессах роста и развития растений». Львов 1959. Василевская В. К., Лизгунова Т. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1951, 29, 1. Вендило Г. Г. Влияние свойств почвы и удобрений на урожай и качество капусты. Автореф. канд. дисс. 1961. Винник А. Г. Научн. труды Укр. ин-та овощн. х-ва, 2, Харьков, 1950. Вихтенко И. И. Изв. ТСХА, 1959, 4. Власюк П. Г. Сб. «Биохимия плодов и овощей», 6.

М., Изд-во АН СССР, 1961. Гарин К. С. Сб. «Биологич. основы орошаемого земледелия». М., Изд-во АН СССР, 1957. Гизатова А. Ф. Тр. Киргизск. ин-та землед. 1962, 4. Гребинский С. О. Сб. «Биохимия культурных растений», 4. М., Сельхозгиз, 1938; Сб. «Биохимия культурных растений», 8. М., Сельхозгиз, 1948. Доля В. С. Бюлл. по физиол. раст., 3. Киев, 1958, Дорохов А. А. Сад и огород, 1959, 4; Тр. плодовоощ. ин-та им. Мичурина, 1960, 11. Евтушенко М. В. Колхозное овощеводство. М., 1934. Егоров А. Д., Витамин С и каротин в растительности Якутии. М., Изд-во АН СССР, 1954. Еременко Е. А. Интенсивное использование земельных площадей в субтропиках Краснодар. края. Автореф. канд. дисс. М., 1965. Ермаков А. И., Луковникова Г. А. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1954, 3, 1. Журбицкий З. И. Сб. «Удобрения в овощеводстве». М., Сельхозгиз, 1935; Справочник агронома по удобрениям. М., Сельхозгиз, 1948; Сб. «Биохимия плодов и овощей». 3. М., Изд-во АН СССР, 1955; Справочник по минеральным удобрениям. Сельхозиздат, 1960; Физиологические и агрохимические основы применения удобрений. М., Изд-во АН СССР, 1963. Зауралов О. А. Научн. тр. н.-и. ин-та овощн. х-ва, 1959, 2, 3. Землянухин А. А. Бюлл. общества естествоиспыт. при Воронежск. гос. ун-те, 1955, 9. Зоз В. К. Труды Кубанск. СХИ, 1954, 1; 1963, 7. Зоз В. К., Варуха П. О., Дорофеев Ф. Н. Тр. Краснодарск. ин-та пищевой промышл., 1947, 2. Иссако Л. Тр. Ин-та эксперим. биол. АН ЭстССР, 1960, 1. Казарян В. О. ДАН СССР, 1951, 76, 2; Научн. труды Ереванск. гос. ун-та, 1953, 40; Докл. АН АрмССР, 1954, 39, 2; Физиологические основы онтогенеза растений. Ереван, 1959. Каменская А. Н., Филиппова О. М. Цветная капуста. М., «Московский рабочий», 1956. Квасников Б. В. Агробиол., 1952, 4. Кисляков П. В. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1954, 31, 1. Кичунов Н. И. Капуста. М., 1926. Климова А. И. Биологические основы культуры цветной капусты на семена. Автореф. канд. дисс. М., 1948; Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1961, 34, 2; Ковалев Т. А. Сельское хозяйство Сев. Кавказа, 1959, 4; 1960, 11; 1963, 6. Колесник А. А., Огнева О. К. Сб. научн. работ Моск. ин-та нар. х-ва, 1959, 16. Краева С. Я. ДАН СССР, 1948, 60, 5. Красников М. Газ. «Сельская жизнь», 1963, 84. Кретович В. Л. Биохимия растений. М., «Высшая школа», 1961. Кружилин А. С. ДАН СССР, 1948, 61, 5; 1951, 77, 5; Биологические особенности орошаемых культур. М., Сельхозгиз, 1954; Взаимовлияние привоя и подвоя растений. М., Изд-во АН СССР, 1960. Кружилин А. С., Шведская З. М. ДАН СССР, 1954, 98, 3, 1958, 116, 5; Физиол. раст., 1959, 6, 5; ДАН СССР, 1960, 130, 1; Биология двулетних растений. М., «Наука», 1966. Кузмичева Т. Г. Сб. «Удобрения в овощеводстве». М., Сельхозгиз, 1935. Куликова М. Ф. Полив овощных культур. М., «Колос», 1964. Лайнис Я. Информ. бюлл. Латв. н.-и. ин-та, земледелия, 1959, 4. Леман В. М. Курс светокультуры растений. М., 1961. Лилоян Н. Н. Сельск. х-во Сев. Кавказа, 1962, 8. Лизгунова Т. В. Капуста. М., «Колос», 1965. Лизгунова Т. В., Федурова А. П., Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1957, 31, 2. Лобов М. Ф. Сб. «Биологические основы орошаемого земледелия». М., Изд-во АН СССР, 1957. Луковникова Г. А. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1954, 31, 1; Биохимия овощных культур. М., Сельхозгиз, 1961. Лысенко Т. Д. Теоретические основы яровизации растений. М., Сельхозгиз, 1936. Макаро И. Л., Кондратьева А. В. Повышение продуктивности семян овощных культур. М., Сельхозгиз, 1962. Максимов Н. А. Изв. Лесного ин-та, 1913, 25; Физиология растений. М., Сельхозгиз, 1958. Малюганова Т. Сб. студенч. работ ТСХА, 1958, 8. Михайлова Л. В. ДАН СССР, 1936, 2, 5; 1949, 84, 6; Биологические основы культуры белокочанной капусты. М., Изд-во АН СССР, 1954. Молотковский Ю. Г. Автореф. канд. дисс. М., 1957. Мусаев К. М. Автореф. канд. дисс. Грозный, 1963. Нацентов Д. И. Цветная капуста. М., 1955; 1959. Никоенко Д. А. Сад и огород, 1956, 3. Ничипорович А. А. Фотосинтетическая деятельность растений в посевах. М., Изд-во АН СССР, 1961.

Овсепян А. Е. Влияние сроков посадки семенных двухлетних овощных культур на качество и количество урожая. Ереван, 1959. Огнева О. К. Изменение химического состава и качества цветной капусты в процессе роста. Автореф. канд. дисс. М., 1955. Одуманова Г. А. ДАН СССР, 1959, 124, 3. Палилов Н. А., Палилова И. Г. Хранение овощей. М., Сельхозгиз, 1956. Пантелеева А. Н. Вестник ЛГУ, 1960, 3. Пестова М. Н. Сб. «Овощные и бахчевые культуры». М., Сельхозгиз, 1955. Расторгуева Л. И. Физиол. раст., 1964, 11, 2. Реймерс Ф. Э. Яровизация и стадийное развитие овощных культур. М., 1941. Рубин Б. А. Тр. майской сессии АН СССР, 1935; Биохимические основы хранения овощей. М., Изд-во АН СССР, 1945; Рубин Б. А., Арциховская Е. В. Биохимические основы иммунитета растений. М., Изд-во АН СССР, 1960. Рубин Б. А., Иванова Т. М., ДАН СССР, 1959, 125, 1. Рубин Б. А., Метлицкий Л. В. Основы хранения овощей и плодов. Изд-во АН СССР, 1955. Рубин Б. А., Четверикова Е. П. Сб. «Биохимия плодов и овощей». М., Изд-во АН СССР, 3, 1955. Руденко А. И. Сад и огород, 1954, 6. Русанова А. П. Агробиол., 1949, 6. Рытов М. В. Капуста огородная и китайская. СПб., 1891. Сабуров Н. В., Антонов И. В. Хранение и переработка плодов и овощей. М., Сельхозгиз, 1951. Савченко Н. А. Агробиол., 1962, 5—6; Сб. «Семеноводство овощных и бахчевых культур». М., Сельхозгиз, 1961. Степанова В. М. Материалы фенолог. комиссии Георг. о-ва, 1962, 3. Слудская Л. А. Изв. ТСХА, 1956, 2. Требушенко П. Д. Бот. журн., 1960, 11. Солдатенков С. В. Вестник ЛГУ, 1967, 2. Третьяков С. М. Тр. Адлерск. опытн. станции, 1941, 8; Сад и огород, 1948, 5; Семеноводство белокочанной капусты. Изд-во МСХ РСФСР, 1958. Трупп В. Е. ДАН СССР, 1934, 4. Туманов И. И., Бородин Н. Н. Тр. по прикл. бот., ген. и сел., 1929, 22, 1. Ушакова Е. И. Булл. ВАСХНИЛ, 1935, 9. Файнштейн З. Р. Тр. Молд. ин-та орош. землед. 1961, 3. Федоренко И. Картофель и овощи, 1961, 6. Федуллова А. П. Докл. ВАСХНИЛ, 1957, 9. Фельдман А. Л. Изв. высш. учебн. завед. Пищ. технол. 1960, 1. Хатишвили Б. А. Сообщ. АН ГрузССР, 1958, 21, 6. Чесноков В. А. Тр. Ленингр. о-ва естествоисп. природы, 1934, 63, 1; 1936, 65, 3. Шахов А. А. Сб. «Водный режим растений в связи с обменом веществ». Изд-во АН СССР, 1963. Шведская З. М., Кружилин А. С. Физиол. раст., 1964, 11, 4; 1966, 13, 5. Широков Е. А. Автореф. канд. дисс. М., 1957. Эдельштейн В. И. Овощеводство. М., Сельхозгиз, 1962. Ягодин Б. А. Научн. докл. высш. школы, сер. биол. науки, 1963, 4.

Barak K. Sborn. akad. zemed. ved. Rostl. vyroba, 1959, 5, 9. Berggen G. Compt. rend. Assoc. internat. essais semences, 1960, 25, 1. Bunesco H. Inst. Cercetariagron, 1952—1953, 1955, 22, 3. Campbell A. G. Nature (Euge), 1959, 183, 4670. Chakravarty S. C. Nature, 1958, 182, 4649. Catsky P. Biol. Plant Acad. Sci. bohemoslov., 1962, 4, 4. Chinoi I. I. Physiol. Plant, 1957, 10, 5. Cosentino V. Ricerca Sci., 1957, 26, 3. Freney T. R., Delwiche C. C. Austral. T. Biol. Sci., 1959, 2. Gahlot K. N. S. Indian J. Hortic, 1961, 18, 4. Glehn S., POUND C. G. O. Phytopathology, 1959, 49, 1. Heitefuss R., Buchanan D. J. et al. Phytopathology, 1960, 50, 3. Hiramatsu K. Bull. Yamagata Univ., 1959, 4, 4. Jamasaki K. (Imas K.) Bull. Hortic. Res. Stat., 1962, 1. Kim-choon Min. Physiol. plant. 1958, 11, 3. Kelley E. G., Lacharius R. M. Food Res, 1960, 25, 3. Kohn H., Levitt J., Plant physiol., 1965, 40, 3. Kumar K., Gupta U. S. J. Sci. Res. Banaras Hiudu Univ. 1959, 9, 2. Korohoda J. Przegl. ogr., 1955, 32, 11. Korohoda J., Kamberski M. Biul. Inst. hodowli i aklimat. rostlon, 1959, 1. Kamidata, Makoto, et al. Agric. and Hortic., 1957, 32, 7. Lang A. M., Reicherd E. Adv. Chem., 1961, 28. Le Saint-Quervel A. M. C. r. Acad. Sci., 1960, 251, 14. Linser H. Planta, 1954, 43, 5. Levitt T. Plant. Physiol., 1959, 34, 4. Miller J. Cornell. Univ. Agric. Exptl. Sta. Bull., 1929, 488. Mijadzaki J. Hortic Assoc. Japan, 1959, 28, 3. Mul-

ler W. Naturwiss. Rundschau, 1954, 7, 10. North C. J. of Exp. Botany, 1957, 8, 23. Nienwhof M. Euphytica, 1958, 7, 2; 1960, 9, 2. Okawa Takay. J. Japan. Soc. Hortic Sci., 1961, 30, 3. Salter P. J. Hortic. Sci., 1960, 35, 4. Sengewald B. Nahrung, 1959, 3, 5—6. Schuphan W., Naturwissenschaft, 1958, 45, 7. Schakuntala G. B. Ann. Biochem. and Exptl. Med., 1963, 23, 5. Singh U. P. Indian J. Hortic., 1954, 11, 3. Ruge U. Angew. Bot., 1959, 33, 5. Rao L. N. D. S. Current Sci., 1938, 7, 5. Szweykowska A. Acta Soc. Bot. Polon. 1957, 26, 2. Szweykowska A., Gierczak M., Luszczyk R. Acta Soc., Bot. Polon., 1959, 28, 3. Verkerk H. Proc. Acad. Sci. Amsterdam, 1954, 57. Watson D. J. Ann. of Bot. N. S., 1947, 11.

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

### ФИЗИОЛОГИЯ СЕМЯН ОВОЩНЫХ КУЛЬТУР

*И. Л. Макаро, А. В. Кондратьева*

Морфо-анатомические особенности семян овощных культур . . . . .	5
Опыление овощных растений и его влияние на их продуктивность . . . . .	7
Биохимические и физиологические особенности созревания семян . . . . .	11
Формирование семян на корню и при послеуборочном созревании . . . . .	14
Прорастание семян . . . . .	22
Покой семян . . . . .	25
Приемы ускорения прорастания семян овощных культур . . . . .	29
Хранение семян . . . . .	40
<i>Литература</i> . . . . .	49

### ФИЗИОЛОГИЯ ТОМАТОВ, ПЕРЦЕВ, БАКЛАЖАНОВ (ОВОЩНЫХ ПАСЛЕНОВЫХ РАСТЕНИЙ)

*А. С. Кружилин, З. М. Шведская*

Введение . . . . .	54
✓ Рост и развитие овощных пасленовых . . . . .	56
Рост растений . . . . .	56
Развитие растений . . . . .	59
Влияние качества света на рост и развитие растений . . . . .	62
Фотопериодическая реакция растений . . . . .	69
Особенности дифференциации почек во время развития растений . . . . .	74
Старение и «омоложение» растений . . . . .	77
Физиологические изменения в онтогенезе растений . . . . .	78
✓ Фотосинтез, водный режим и продуктивность растений . . . . .	86
Фотосинтез . . . . .	86
Водный режим растений . . . . .	91
Орошение пасленовых культур . . . . .	99
<i>З. И. Журбицкий, Л. И. Журбицкая</i>	
✓ Минеральное питание томатов, баклажанов и перцев . . . . .	109
Минеральное питание томатов . . . . .	109
Минеральное питание перцев и баклажанов . . . . .	126
<i>А. С. Кружилин, З. М. Шведская</i>	
✓ Устойчивость растений к неблагоприятным условиям . . . . .	129
Холодостойкость . . . . .	129
<i>Л. А. Незговоров, А. К. Соловьев</i>	
✓ Влияние микрофлоры почвы на увядание растений . . . . .	138
<i>А. С. Кружилин, З. М. Шведская</i>	
Засухоустойчивость . . . . .	140

Устойчивость растений к болезням . . . . .	142
Жаростойкость растений . . . . .	147
Усыхание растений и опадение генеративных органов . . . . .	155
Солеустойчивость . . . . .	159
<b>Особенности физиологии овощных пасленовых растений при выращивании в защищенном грунте . . . . .</b>	<b>162</b>
<b>Изменение физиологических свойств и селекция овощных пасленовых . . . . .</b>	<b>170</b>
Приспособительные реакции . . . . .	170
Физиология гетерозиса . . . . .	172
Влияние условий выращивания на изменение растений . . . . .	175
<b>Синтез и накопление важнейших соединений в овощных пасленовых растениях . . . . .</b>	<b>184</b>
Дыхание и накопление органических кислот в плодах . . . . .	185
Накопление в плодах витамина С и сахаров . . . . .	189
Накопление пигментов . . . . .	194
Изменение химического состава плодов в процессе их роста . . . . .	195
Биохимические изменения в плодах при хранении . . . . .	196
<i>Литература</i> . . . . .	199

## ФИЗИОЛОГИЯ ОГУРЦОВ

*В. Ф. Белик*

Введение . . . . .	208
<b>Рост и развитие огурцов . . . . .</b>	<b>209</b>
Созревание и прорастание семян, их жизнеспособность . . . . .	209
Рост корневой системы . . . . .	214
Рост вегетативных органов . . . . .	215
Особенности прохождения фаз вегетации . . . . .	216
Этапы органогенеза . . . . .	218
Цветение и оплодотворение . . . . .	222
Рост, созревание и химический состав плодов . . . . .	228
Влияние внешних условий на рост, развитие и некоторые биохимические особенности растений огурцов . . . . .	231
Воздействие на рост и развитие растений путем формирования куста и химическими препаратами . . . . .	237
Особенности роста и развития растений, выращиваемых при искусственном освещении . . . . .	239

<b>Фотосинтез и дыхание . . . . .</b>	<b>244</b>
---------------------------------------	------------

*З. И. Журбицкий, Л. И. Журбицкая*

<b>Минеральное питание . . . . .</b>	<b>251</b>
--------------------------------------	------------

*В. Ф. Белик*

<b>Водный режим растений . . . . .</b>	<b>267</b>
Особенности водного обмена у растений огурцов . . . . .	267
Потребность растений в воде . . . . .	272
О физиологических методах определения потребности растений в воде . . . . .	281

<b>Физиологические особенности огурцов, выращиваемых в теплицах гидропонным способом . . . . .</b>	<b>284</b>
--	------------

<b>Устойчивость растений к неблагоприятным температурным условиям . . . . .</b>	<b>292</b>
Холодостойкость . . . . .	292



Физиологическая реакция семян и растений огурцов на низкие положительные температуры . . . . .	295
Пути повышения холодостойкости растений . . . . .	304
Сравнительная физиологическая оценка различных способов и режимов термической обработки семян . . . . .	314
Жароустойчивость . . . . .	328
Литература . . . . .	330

## ФИЗИОЛОГИЯ БАХЧЕВЫХ КУЛЬТУР

*В. Ф. Белик*

Введение . . . . .	335
Рост и развитие растений бахчевых культур . . . . .	336
Созревание и прорастание семян, их жизнеспособность . . . . .	336
Рост вегетативных органов бахчевых растений . . . . .	344
Рост и физиологическая роль корневой системы . . . . .	347
Особенности прохождения фаз вегетации у арбуза, дыни и тыквы . . . . .	354
Этапы органогенеза . . . . .	362
Биология цветения и оплодотворения . . . . .	366
Рост, созревание и химический состав плодов . . . . .	370

Биологические основы хранения и транспортировки плодов . . . . .	379
--	-----

Фотосинтез и дыхание бахчевых растений . . . . .	389
--	-----

*З. И. Журбицкий, Л. И. Журбицкая*

Минеральное питание бахчевых растений . . . . .	392
Минеральное питание арбузов . . . . .	392
Минеральное питание дынь . . . . .	397

*А. И. Филов*

Водный режим бахчевых . . . . .	399
Поступление воды в растение . . . . .	399
Содержание воды в листьях . . . . .	401
Транспирация . . . . .	404

*В. Ф. Белик*

Влияние условий орошения на продуктивность и качество урожая бахчевых растений . . . . .	412
--	-----

Влияние внешних условий на некоторые биохимические особенности бахчевых культур . . . . .	418
---	-----

*А. И. Филов, В. Ф. Белик*

Устойчивость бахчевых растений к неблагоприятным условиям . . . . .	422
---	-----

Засухоустойчивость . . . . .	422
------------------------------	-----

Жароустойчивость . . . . .	425
----------------------------	-----

Холодостойкость . . . . .	429
---------------------------	-----

Солеустойчивость . . . . .	438
----------------------------	-----

Литература . . . . .	441
----------------------	-----

## ФИЗИОЛОГИЯ БЕЛОКОЧАННОЙ И ЦВЕТНОЙ КАПУСТЫ

*А. С. Кружилин, З. М. Шведская*

Введение . . . . .	445
--------------------	-----

Рост и развитие растений капусты . . . . .	446
--	-----

Хранение, прорастание и яровизация семян . . . . .	446
--	-----

Условия яровизации сеянцев и семенников капусты . . . . .	447
---	-----

Дифференциация почек у белокочанной и цветной капусты . . . . .	453
Влияние различных условий на рост и развитие капусты . . . . .	457
Особенности физиологических процессов в онтогенезе . . . . .	462
Структура и рост вегетативных органов капусты . . . . .	465
<b>Водный режим и орошение капусты . . . . .</b>	<b>467</b>
<b>Фотосинтез, продуктивность и накопление органических веществ растениями капусты . . . . .</b>	<b>478</b>
<i>З. И. Журбицкий, Л. И. Журбицкая</i>	
<b>Минеральное питание капусты . . . . .</b>	<b>487</b>
Белокочанная капуста . . . . .	487
Цветная капуста . . . . .	498
<i>А. С. Кружилин, З. М. Шведская</i>	
<b>Устойчивость капусты к неблагоприятным условиям . . . . .</b>	<b>501</b>
Устойчивость к повышенным и пониженным температурам . . . . .	501
Солеустойчивость . . . . .	503
Устойчивость к болезням . . . . .	505
Влияние неблагоприятных условий на растения цветной капусты . . . . .	507
<b>Физиологическая оценка сортов капусты и методов ее селекции . . . . .</b>	<b>508</b>
<b>Хранение капусты . . . . .</b>	<b>511</b>
<i>Литература . . . . .</i>	<i>513</i>

ФИЗИОЛОГИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Том VIII

Переплет художника *И. С. Клейнарда*

Редактор *Н. Д. Шаскольская*

Технический редактор *Г. И. Георгиева*

Корректоры *С. С. Мазурская, А. А. Алексеева, Л. С. Клочкова,*  
*И. С. Хлыстова, М. М. Петкевич*

Сдано в набор 4/VIII 1969 г.	Подписано к печати 16/XII 1969 г.
Л-34951	Формат 60 × 90 <sup>1</sup> / <sub>16</sub>
Физ. печ. л. 32.5	Бумага тип. № 1
Изд. № 26	Уч.-изд. л. 34.76
Зак. 395	Тираж 7350 экз.
	Цена 2 р. 39 к.

Издательство Московского университета  
Москва, Ленинские горы, Административный корпус.  
Типография Изд-ва МГУ. Москва, Ленинские горы

