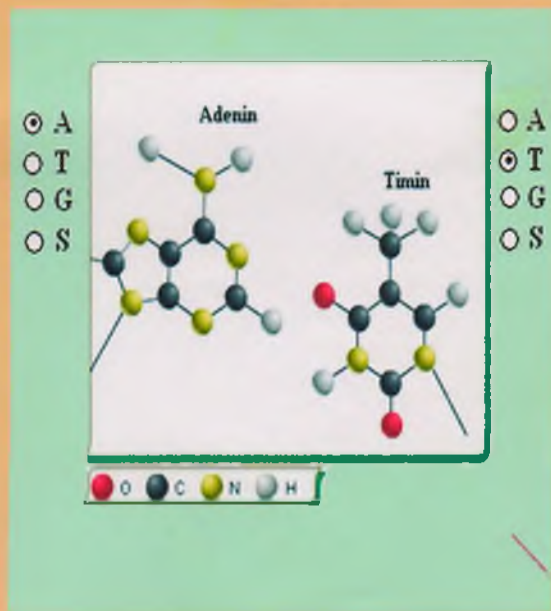


30.16
38-19.

I.Y. HAYITOV

BIOTEXNOLOGIYA ASOSLARI



16
-19

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

QARSHI DAVLAT UNIVERSITETI

I. Y. HAYITOV

BIOTEXNOLOGIYA ASOSLARI

(biologiya bakalavr yo'nalishi talabalari
uchun o'quv-uslubiy qo'llanma)

Коду жоғра
Дунсар оpanи
и и на риге му боғ
фокуя тнак тунад
Муаммидаган
6.06.2014. *[Signature]*

Qarshi
"Nasaf" nashriyoti
2010

TerDU ARM
№ 394363

БК 30.16

H19

УДК 605

Uslubiy qo‘llanmada, biotexnologiya fanining predmeti va vazifalari, biotexnologik obyektlarni tanlash va ko‘paytirish, hujayra injenerligi, fermentativ jarayonlar texnologiyasi, fermentlardan foydalanish va immobilizatsiya qilish, bir hujayrali organizmlardan oqsil ishlab chiqarish texnologiyasi, hujayrada to‘planuvchi yakuniy mahsulotni ajratish va tozalash usullari kabi masalalar ko‘rib chiqilgan. Shuningdek, biotexnologik jarayonlar asosida o‘simlik hujayralarini ko‘paytirishning asosiy yo‘nalishlaridan biri o‘simliklarning o‘sma hosil qiluvchi hujayralarini yoki kallas to‘qimasini ko‘paytirish, protoplastlarni ajratish, hayvon va o‘simliklarni hujayralaridan ko‘paytirish texnologiyasi, mexanik va pnevmatik aralashtiruvchi qurilmalardan foydalanish, an’anaviy va noan’anaviy seleksiya sohasida qo‘lga kiritilgan yutuqlariga oid ma’lumot ham keltirilgan.

Taqrizchilar:

I.Ernazarov

biologiya fanlari doktori,
professor

A.Sh.Qurbonov, O.R.Karimov
biologiya fanlari nomzodlari,
dotsentlar.

Mas’ul muharrir:

N. Ergashev, Qarshi DU katta
o‘qituvchisi

H $\frac{4702620201-37}{376(03)2010}$ 37 – 2010

© I.Y.Hayitov, 2010 y.

ISBN 978-9943-18-044-4

KIRISH

Ma'lumki, biotexnologiya – bu rivojlanish bilimlar texnologiyasi bo'lib, yaqindagina hayotga yo'llanma olganligiga qaramay, nihoyatda foydali xususiyatlarga ega bo'lgan yangi ekin navlarini va mollar zotini yaratishning real imkoniyatlarini yaratdi. Hozirgi kunda mikroorganizmlar, o'simlik va hayvon hujayralari va hujayra organellaridan sof yoki immobillashgan holatda oqsil, organik kislotalar, aminokislotalar, spirtlar, dorivor moddalar, fermentlar gormonlar, biogazlar va boshqa moddalar ishlab chiqarishda, qishloq xo'jaligi, sanoat chiqindilarini va oqova suvlarni tozalashda biotexnologiya fani usullaridan keng foydalanilmoqda.

Biotexnologiya fani ko'proq yangiliklar yaratib, ishlab chiqarishning oson tomonini izlab topmoqda. Albatta, bu sohada qo'yilgan qadam chuqur fundamentga asoslangan holdagina kerakli samarani berishi mumkin. Yangi texnologiyani o'ziga xosligini tan olgan holda qishloq xo'jaligi va mahalliy biotexnologiya imkoniyatlarini birlashtirilishi ayni muddao bo'ladi. Bu jarayon o'z navbatida mikroorganizmlarga, qolaversa, tirik tabiatga o'z ta'sirini o'tkazishi mumkin. Yaqin kelajakda biotexnologiya o'zining imkoniyatlari va rejalashtirayotgan ishlari bilan yuzaga keladigan muammolarni to'laligicha hal qila olishi mumkin bo'ladi.

Bu taklif asosan ekologiya natijasida yuzaga keladigan global muammolarni hal qilishda asqotishi ta'kidlangan. Bundan tashqari, hozirgi kunda muhim bo'lgan ekologiya, biologiya barcha ishlab chiqarish va xo'jaliklarning inson tomonidan nafaqat qayta qurilishi, balki qishloq xo'jaligi uchun zarur bo'lganlarini yarata olishdir. Biotexnologiya biologiya fani bilan bir qatorda mikrobiologiya, genetika, fizika-ximiya bilan hozirgi zamondagi ishlab chiqarishda yakdil kuchga aylanmoqda. Albatta, bu muammolarni hal qilishda ilm-fan taraqqiyoti ham muhim o'rin egallaydi.

Albert Sassonning ta'kidlashicha, biotexnologiya rivojlanishining kompleks muammolari biologik izlanishlarga qaratilgan.

Biotexnologiya tirik hujayrada organik texnologiyani to'qima, organizm, biotsinoz, biosfera va inson bilan bog'liq muhim masalalarni hal qiluvchi o'ziga xos bo'lgan texnologiyadir. U butun

sayyoraning aylanasini qamrab olish imkoniyatida.

Bu hozircha faqat faraz hamda qiyinchilik bilan erishiladigan orzu. Hozirda biotexnologiya ko'proq kimyoviy texnologiyaning tirik fragmenti asosida qo'llaniladi. Ana shu orzular va farazlar natijasida ekologik va biologik masalalar bilan bog'liq ko'plab ishlar bajarilmoqda.

Asrimizning boshlaridanoq, fransuz ximigi P.Bertlo ideal ovqatlanishni, ya'ni tayyor oziqni oshqozon-ichaklarga va qonga yubotishni taklif qilgan. Bu faraz 1970-yillargacha qo'llab-quvvatlanib kelingan, lekin endi bu usulda ovqatlanish samarali emas. Bu masalani birinchi bo'lib, akademik A.M.Ugolyev (1960) ko'plab tadqiqotlar asosida yechdi va fanga membranada ovqat hazm bo'lishi degan tushunchani kiritdi.

Uning aytishicha, oxirgi vaqtlarda ovqatlanish borasida ko'plab yangiliklar yaratilmoqda. Jumladan, ovqatlanishning yangi tiplari hujayra ichida, lizosomada, hujayradan tashqarida-distant oziqlanish, membranada ovqat hazm bo'lishi aniqlandi. Inson ovqatlanishi tufayli nafaqat o'z organizmini, balki organizmda mavjud bo'lgan ichak tayoqchasi kabi mikroorganizmlar faoliyatini ham tiklaydi. So'nggi izlanishlar va qiziqishlar shunga olib keldiki, ko'plab ko'p hujayrali va bir hujayrali mikroorganizmlar o'z evolutsiyasi jarayonida inson organizmi bilan simbioz holda birga taraqqiy etgan.

Tabiatdagi ayrim fikrlarimizda paydo bo'ladigan tasavvurlarimiz texnologiyalar yordamida real voqeikka aylanib bormoqda.

Shuni nazarda tutgan holda ushbu uslubiy qo'llanmada, biotexnologiya fanining predmeti va vazifalari, biotexnologik obyektlarni tanlash va ko'paytirish, hujayra injenerligi, fermentativ jarayonlar texnologiyasi, fermentlardan foydalanish va immobilizatsiya qilish, bir hujayrali organizmlardan oqsil ishlab chiqarish texnologiyasi, hujayrada to'planuvchi yakuniy mahsulotni ajratish va tozalash usullari kabi masalalar ko'rib chiqilgan. Shuningdek, biotexnologik jarayonlar asosida o'simlik hujayralarini ko'paytirishning asosiy yo'nalishlaridan biri o'simliklarning o'sma hosil qiluvchi hujayralarini yoki kallus to'qimasini ko'paytirish, protoplastlarni ajratish, hayvon va o'simliklarni hujayralaridan ko'paytirish texnologiyasi, mexanik va pnevmatik aralashtiruvchi qurilmalardan

foydalanish, an'anaviy va noan'anaviy seleksiya sohasida qo'lga kiritilgan yutuqlarga oid materiallar ham keltirilgan. Ushbu o'quv-uslubiy qo'llanmani tayyorlash jarayonida asosan Q.D.Davronov, N.A.Xo'jamshukurov, Sh.S.Tashmumammedova, M.M.Raximov, Y.X.To'raqulovlarning yaratgan darslik o'quv qo'llanma hamda monografiyalardan foydalanildi.

Uslubiy qo'llanma biologiya yo'nalishi bo'yicha tahsil olayotgan oliy o'quv yurtlarining bakalavr talabalari, kollej, litsey va o'rta umumiy ta'lim maktablarining biologiya o'qituvchilariga mo'ljallangan.

Muallif ushbu o'quv-uslubiy qo'llanmadagi ba'zi bir kamchiliklar uchun uzr so'ragan holda, Siz aziz kitobxonning fikr va mulohazalarini kutib qolamiz.

1. BIOTEXNOLOGIYANING PREDMETI **VA VAZIFALARI**

Biotexnologiya fanining predmeti va vazifalari

Hozirgi zamon biologiyasi turli xil fan yo'nalishlarini o'z ichiga mujassamlashtirgan. Biologiya bir-biridan aniq farqlarga ega bo'lgan fizika, matematika, biofizika, genetika, immunologiya, hujayra biologiyasi, o'simliklar va hayvonlar anatomiyasi, biokimyo, mikrobiologiya, o'simliklar va hayvonlar fiziologiyasi, ekologiya kabi bir qator tabiiy fanlarni o'ziga birlashtiradi.

Ikkinchi jahon urushidan keyin fizika, matematika, kimyo kabi bir qator tabiiy fanlar singari biologiya fani ham rivojlana boshladi va asosiy hayotiy jarayonlar mexanizmlari hujayra va molekulyar darajada aniqlana boshlandi.

Ayniqsa, o'tgan asrning ikkinchi yarmidan boshlab genetika, molekulyar biologiya va biokimyo sohalarida erishilgan yutuqlar asosida hujayrada kechuvchi jarayonlarning asosiy mexanizmlari ilmiy asoslab berildi. Zamonaviy biotexnologiyaning vujudga kelishi biologiya fani rivojiga katta turtki berdi. Biotexnologiya fani "haqiqiy fan" sifatida, ya'ni biologiya fanining nazariy jihatlarini amaliyotga tatbiq etish yo'nalishida ham, muhim ahamiyatga ega.

Biotexnologiya fanining keskin rivojlanishiga quyidagi ilmiy kashfiyotlar asos bo'ldi:

- nuklein kislotalarda irsiy axborot saqlanishi va avloddan avlodga berilishidagi ahamiyatining kashf etilishi;
- barcha tirik organizmlar uchun umumiy bo'lgan biologik kodning kashf etilishi;
- bir avlod organizmlarida genlar faoliyatining tartibga tushirish mexanizmlarini kashf etilishi;
- mikroorganizmlar, o'simliklar va hayvonlar hujayralarini ko'paytirish texnologiyasining ishlab chiqilishi;
- hujayra injeneriyasi va genetika uslublari yordamida yuqori samaradorlikka ega organizmlarni sanoat miqyosida foydalanish maqsadida ko'paytirishning yo'lga qo'yilishi.

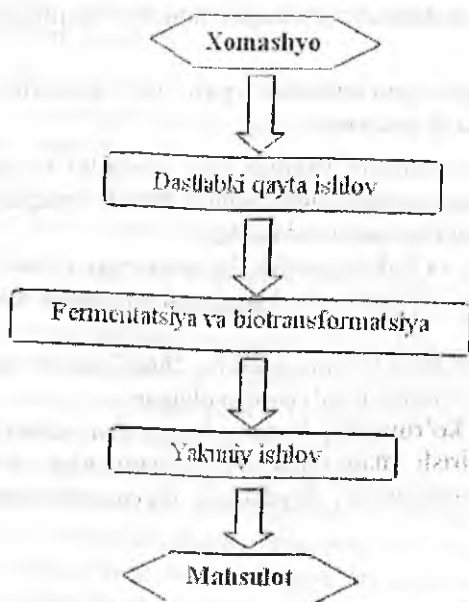
Biotexnologiyada eng yangi zamonaviy yo'nalishlardan biri enzimologiya injeneriyasi hisoblanib, bu yo'nalish hujayrada muhim o'rin tutuvchi oqsil-ferment tizimi strukturasi, sintezi jarayonlarini o'rganish va bu jarayonlar mexanizmlarining boshqarilish uslublarini ishlab chiqish hamda undan ijobiy maqsadlarda foydalanishga qaratilgan.

Bu sohada murakkab tuzilishga va tanlab ta'sir ko'rsatish xususiyatiga ega foydali fermentlar asosida sanoatda qimmatbaho reaksiyalarda yuqori samaradorlik namoyon qiluvchi katalizatorlarni ishlab chiqarish ustida tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda.

Ko'rinadiki, biotexnologiya fani ongli ravishda, maqsadga yo'naltirilgan holda, hujayrada kechuvchi jarayonlarni idora qilishni ko'zda tutuvchi yangi taraqqiyot darajasiga erishganligidan dalolat beradi. Biotexnologiya fanining taraqqiyoti bevosita inson salomatligi va uning hayotini yaxshilashga qaratilgan ekan, aslida bu fan o'zi qanday fan va uning qanday yo'nalishlari mavjud degan savol tug'iladi.

"Biotexnologiya" termini dastlab 1917-yilda venger injeneri Karl Ereki tomonidan qand lavlagidan ozuqa sifatida foydalangan holda cho'chqachilikni keng miqyosda yo'lga qo'yish yo'nalishidagi fikrlarida qayd etilgan. Karl Ereki fikriga ko'ra *"biotexnologiya - tirik organizmlar va ular tomonidan ishlab chiqarilgan xomashyodan foydalangan holda mahsulot ishlab*

chiqartishni ko'zda tutuvchi barcha ishlarni o'z ichiga oladi.
1-rasmda biotexnologik jarayonlar chizmasi keltirilgan.



1-rasm. Biotexnologik jarayonning asosiy bosqichlari

Biroq bu termin kashf qilingan vaqtda keng ommalashmadi. Faqat 1961-yilga kelib, shved mikrobiologi Karl Geren Xeden tomonidan amaliy mikrobiologiya va sanoat miqyosidagi fermentatsiya jarayonlariga bag'ishlangan ilmiy izlanishlar yoritiluvchi «*Journal of Microbiological Engineering and Technology*» (Mikrobiologik injeneriya va texnologiya jurnali) jurnalining nomini «*Biotechnology and Bioengineering*» (Biotexnologiya va bioinjeneriya)ga o'zgartirish taklifini ilgari suradi. Ushbu vaqtdan boshlab biotexnologiyaga to'liq ilmiy ta'rif berilib, «*biotexnologiya biologik obyektlar, tizimlar va jarayonlardan foydalangan holatda sanoatda kerakli mahsulotlarni yaratish yoki xizmatlarni joriy etish*»dan iborat ekanligi ko'rsatildi. Bundan tashqari biotexnologiga bir qator ta'riflar berilgan:

• mikroorganizmlarning hayotiy imkoniyatlaridan, sun'iy ko'paytirilgan hujayralardan va ularning alohida tizimlari, komponentlaridan sanoatda foydalanish maqsadida biokimyo, mikrobiologiya va injeneriya sohasida to'plangan bilimlar majmuasidan foydalanish;

• biologik jarayonlardan turli xil mahsulot tayyorlash texnologiyasida foydalanish;

• tayyor mahsulot yaratish yoki xizmatlar ko'rsatishni joriy qilishda biologik obyektlarga ishlov berish maqsadida fan va injeneriya tamoyillaridan foydalanish.

Yuqorida ta'kidlanganidek, biotexnologiya fani ishlab chiqarish maqsadida biologik obyektlardan foydalanish texnologiyasini anglatadi.

Biotexnologiya termini grekcha, "*bios*"-hayot, "*texne*"-hunar, "*logos*"-bilim, o'rganish so'zlaridan olingan.

Bundan ko'rinadiki, biotexnologiya fani inson ehtiyojlarini to'laroq qondirish maqsadida mikroorganizmlar, o'simliklar va hayvonlar hujayralaridan foydalanib tayyor mahsulot yaratishni ko'zda tutadi.

Biotexnologiya fanining yo'nalishlari

Biotexnologiya fani amaliy maqsadlarni ko'zda tutgan holda bir qator yo'nalishlarni o'z ichiga oladi:

• sog'liqni saqlashda tashxis qo'yish, turli xil kasalliklarni davolash va oldini olish maqsadida yangi biologik faol moddalarni hamda dorivor preparatlarni yaratish;

• qishloq xo'jaligi o'simliklarini kasallik qo'zg'atuvchi zararkunandalardan himoyalash maqsadida bakterial o'g'itlar, o'simlik va hayvonlarni tez o'sishini tartibga soluvchi moddalar yaratish;

• o'simliklarning tashqi muhit sharoitiga moslashgan yangi navlarini yaratish;

• foydali xususiyatlarga ega, transgen hayvon zotlarini yaratish;

• qishloq xo'jalik hayvonlari mahsuldorligini oshirish maqsadida, ozuqani yaxshi singdirilishini ta'minlovchi (ozuqa qo'shimchalari, ozuqa oqsillari, aminokislotalar, vitaminlar, fermentlar kabi) moddalarni yaratish;

• qishloq xo'jaligi va veterinariya sohasida bioinjeneriya uslublariga asoslangan holda yuqori samaradorlikka ega bo'lgan preparatlarni yaratish;

• oziq-ovqat, kimyo va mikrobiologiya sanoatida foydali xo'jalik mahsulotlarini yaratishda yangi texnologiyalarni joriy qilish;

• insonning xo'jalik faoliyati uchun foydali bo'lgan (biogaz, o'g'itlar, avtomobillar uchun yoqilg'i kabi) mahsulotlarni yaratish maqsadida qishloq xo'jaligi va sanoat chiqindilarini qayta ishlashning samarali texnologiyalarini yaratish va amaliyotga joriy etish;

Biotexnologiyaning xarakterli xususiyatlaridan biri shundaki, yangi yo'nalishlarni vujudga kelishi bilan turli xil texnik va ilmiy bilim sohaslarining birlashishiga olib keladi. Biologiya, kimyo va injeneriya fani sohasining mutaxassislarini birlashishi natijasida biotexnologiya yo'nalishlarining imkoniyatlari yuqori darajaga ko'tarildi. Shuning uchun biotexnologiya bu amaliy jihatdan doim idora qilinib istiqbolli tarzda rivojlanib boruvchi soha hisoblanadi.

Biotexnologiya – bu ilmiy-texnik inqilobning biologik ko'rinishi bo'lib, dastlabki mahsulot sifatida arzon xomashyo ishlatilgan holda, past haroratda va kam energiya sarflab foydali mahsulot yaratishga qaratilgan biologik texnologiyalar majmuasidan iboratdir.

Biotexnologiya fanining rivojlanish tarixi

Biotexnologiya zamonaviy yangi rivojlanishdagi fan bo'lishi bilan bir qatorda juda uzoq tarixiy taraqqiyotga ega ham hisoblanadi. Insoniyat hayotiy ehtiyojlarni qondirish maqsadida ko'plab biologik texnologiyalardan foydalanib kelgan. Masalan, pivo tayyorlash, non pishirish, vino tayyorlash, pishloq ishlab chiqarish, Sharq mamlakatlarida turli xil oziq-ovqat souslarini tayyorlash, chiqindilarni yo'qotish kabi jarayonlarda bevosita ongli yoki ongsiz tarzda biologik jarayonlardan keng foydalanilgan.

Biroq uzoq vaqtlar davomida bu jarayonlarning ilmiy asoslarini tushuntirish pirimitiv tarzda bo'lgan. Biotexnologik jarayonlarning mexanizmlarini tushuntirishga qaratilgan ishlar XIX asrning ikkinchi yarmida ancha rivojlandi.

Buyuk fransuz olimi Lui Paster (1822-1895) o'zining vino, pivo, sirka tayyorlash jarayonlarini takomillashtirish ustida olib borgan izlanishlari natijasida biotexnologiya yangi rivojlanish davriga o'tdi. Bu davrda biotexnologiyadan sanoat miqyosida fermentativ jarayonlardan foydalanish kuchaydi. Bunda atseton, glitserin yordamida sanoatda fermentativ sterillash uslublari ishlab chiqildi. Mikroorganizmlar ta'sirida achish-bijg'ish jarayonlari mexanizmlarini o'rganishga qaratilgan bir qancha izlanishlar olib borildi. Aleksandr Fleming tomonidan produtsent hisoblangan mikroorganizmlar ko'paytirish uslubining kashf qilinishi natijasida penitsillin antibiotigi keng miqyosda ishlab chiqarila boshlandi va bu ikkinchi jahon urushi davrida amaliyotda keng foydalanildi. Ikkinchi jahon urushidan keyin antibiotiklar va steroid gormonlarni ishlab chiqarish jarayonida biotexnologiyada fermentativ uslublardan foydalanishni takomillashtirish ustidagi izlanishlar kuchaydi. 1961-yilda "Biotexnologiya va bioinjeneriya" jurnali tashkil qilindi va "biotexnologiya" termini mikrobiologik sanoatda keng qo'llanila boshlandi. 1973-yilda Stenli Koen va Gerbert Boyerlar tomonidan rekombinant plazmidaning kashf qilinishi va *E.coli* hujayrasiga transformatsiyalanishi bevosita biotexnologiya fanini yangi rivojlanish davrini boshlab berdi. Rekombinant DNK kashf qilingandan 4 yil o'tgandan so'ng, insulin gormoni va odamni o'sish gormonini ishlab chiqaruvchi bakteriya shtammi yaratildi. Bu hodisa bir qator xorijiy mamlakatlar iqtisodiyotiga juda katta sarmoya kirib kelishiga olib keldi.

1-jadvalda biotexnologiya fani rivojlanishining asosiy xarakteri ifodalangan.

Molekulyar biotexnologiya fanning rivojlanish tarixi

1-jadval

Sana	Qayd etilgan voqealar
1917-yil	Karl Ereki birinchi marta "biotexnologiya" terminini ishlatgan
1943-yil	Penitsillin sanoat miqyosida ishlab chiqarila boshlandi
1944-yil	Everi, Mak Leod va Karti tomonidan genetik material DNKda mujassamlashganligi ko'rsatib berildi
1953-yil	Uotson va Krik tomonidan DNK molekulasi strukturasi kashf qilindi
1961-yil	"Biotexnologiya va bioinjeneriya" jurnali tashkil topdi
1961-66-yillar	Genetik kod kashf qilindi
1970-yil	Birinchi marta restriksion endonukleaza ajratib olindi
1972-yil	Korana va boshqalar tomonidan tRNKning to'liq o'lchamdagi geni sintezlandi
1973-yil	Boer va Koen tomonidan rekombinant DNK olish texnologiyasi kashf qilindi
1975-yil	Koler va Milshteyn monoklon antitelo olishni tavsiflab berishdi
1976-yil	Rekombinant DNK to'g'risidagi to'liq ishlar qo'llanmasi nashrdan chiqarildi
1976-yil	DNKdagi nukleotidlar qatorini aniqlash uslubi kashf qilindi
1978-yil	Genentech firmasi tomonidan <i>ye.soli</i> dan foydalanilgan holda odam insulini sintezlandi
1982-yil	Rekombinant DNK asosida ishlab chiqarilgan vaksinaning Yevropada hayvonlar uchun ishlatilishiga ruxsat berildi
1983-yil	O'simliklar transformatsiyasi uchun Ti-plazmidadan foydalanish kashf qilindi
1988-yil	Polimeraza zanjiriy reaksiyasi kashf qilindi
1990-yil	AQSHda gen terapiyasi somatik hujayralarda qo'llanilib ko'rildi

1990-yil	“Odam genomi” loyihasi bo‘yicha rasmiy ishlar boshlandi
1994-95-yillar	Odamning to‘liq holatdagi xromosomalari genetik va fizik xaritasi ishlab chiqildi
1996-yil	Rekombinant oqsil (eritropoetin)ning yillik sotuv hajmi 1 mlrd dollarni tashkil qildi
1997-yil	Differensiallangan somatik hujayralar asosida sut emizuvchilarning kloni yaratildi

Statistik ma'lumotlarga ko'ra, birgina AQSHda genetik modifikatsiyalangan mikroorganizmlarni ko'paytirish biotexnologiyasi bilan hozirgi kunda taxminan 1300 ta birlashma ish olib boradi. Bu birlashmalarda 153 000 kishi ishlaydi va bu birlashmalarning savdo aylanmasi 13,4 mlrd dollarni, yillik daromadi 19,6 mlrd dollarni tashkil qiladi. Bu soha bo'yicha Yaponiya birlashmalarining yillik daromadi 10,0 mlrd dollarni tashkil qiladi. Yevropada esa biotexnologiyaning bu sohasida 1178 ta birlashma ish olib boradi va 45 000 xodim ish bilan ta'minlangan bo'lib, birlashmalarning yillik daromadi 3,7 mlrd dollarni tashkil qiladi. Mikroorganizmlarni ko'paytirish va rekombinant DNK yaratish texnologiyasi yordamida hayvon oqsillari, jumladan turli xil gormonlar, o'sish gormoni, fermentlar, antitela va organizm immun javobiga ta'sir qiluvchi biologik faol moddalar yaratiladi. Taxminiy hisob-kitoblarga ko'ra, 2010-yilga borib, jahon bozorida DNK texnologiyasi asosida yaratilgan mahsulot ulushi 20-30 mlrd dollarga yetadi. Jahon bozorida hozirda biotexnologik mahsulotlar ulushi yiliga o'rtacha 150 mlrd dollarni tashkil qilmoqda.

Dunyoning ko'plab mamlakatlarida biotexnologiya bo'yicha milliy dastur qabul qilingan. Masalan, AQSHda biotexnologiya uchun ajratilgan yillik mablag' miqdori 2-3 mlrd dollarni tashkil qiladi. Germaniyada 2001-yilda 2 mlrd.ga yaqin nemis markasi ushbu maqsadda ajratilgan.

Biotexnologik sanoatning amaliy rivojlanish darajasi ilmiy-texnik bazaning rivojlanish darajasiga bog'liq bo'lishi bilan birgalikda ko'proq bozor talabi asosida bevosita sanoatda sarmoyaning yo'naltirilishi, iqtisodiy jihatdan samarador

hisoblangan yangi texnologiyalarning joriy qilinishi kabi bir qator ko'rsatkichlarga bog'liq hisoblanadi.

Ishlab chiqarish sanoati bilan raqobatlashgan holda biotexnologiya odam va hayvonlar uchun oziq-ovqat turlarini yaratish, shuningdek neft kimyosi sanoati mahsulotlari o'rnini bosuvchi mahsulotlarni ishlab chiqarish, yangi energiya manbalarini izlab topish, chiqindisiz ishlab chiqarishni yaratish va amaliyotga joriy etish, qishloq xo'jaligida ifloslanishni idora qilish va unga qarshi ijobiy samara beruvchi uslublarni yaratish kabi bir qator muhim amaliy masalalar yechimi bilan shug'ullanadi. Shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki, biotexnologiya fani tibbiyot, veterinariya va farmatsevtika sohasida bir qator inqilobiy o'zgarishlarni amalga oshira oladi.

Yuqorida ta'kidlanganlardan ma'lum bo'ladiki, biotexnologiya fani o'z oldiga qo'ygan maqsad va vazifalarni turli xil uslublar va yo'nalishlardan foydalangan holda amalga oshiradi.

Biotexnologiyada yangi zamonaviy texnologiyalarni yaratish, sanoat miqyosida ishlab chiqarish jarayonlarini joriy etishda mavjud shart-sharoitlardan optimal foydalanish maqsadida kimyo, mikrobiologiya, biokimyo, molekulyar biologiya, kimyoviy texnologiya va kompyuter dasturlarlaridan keng foydalaniladi. Har bir biotexnolog mutaxassis ishlab chiqarish jarayonini tashkil etishda biotexnologik jarayonning atrof-muhit muhofazasi, farmatsevtika, oziq-ovqat sanoati, tibbiyot, chiqindilarni qayta ishlash kabi yaqin sohalari bilan bog'liqliklarini aniq bilishi talab etiladi.

Biotexnologiyaning keskin rivojlanishi bevosita molekulyar biologiya sohasida erishilayotgan yutuqlar, jumladan rekombinant DNK olish texnologiyasining kashf qilinishi bilan bog'liq. Bu texnologiya yordamida hujayra irsiyatini o'zgartirish va kerakli xususiyatlarga ega organizmlarni vujudga keltirish imkoniyati tug'iladi. Bunda laboratoriya sharoitida o'rganilgan aniq mexanizmlar asosida sanoatda samarali ishlab chiqarish jarayonini tashkil qilish mumkin. Biroq bunda tabiat muhofazasi va inson sog'ligiga salbiy ta'sirga ega ikkilamchi omillarning vujudga kelish ehtimolligini ham hisobga olish zarur. Hozirgi vaqtda biotexnologiya fani 1970-yillarda mikroelektronika sohasida bo'lgani kabi kuchli rivojlanish bosqichiga ko'tarilgan.

Biotexnologiya fanining sanoatda tutgan o'rni

Hozirgi vaqtda sir emaski, qazib olinadigan yoqilg'i zaxiralari cheklangan. Shu sababli biotexnologik uslublardan foydalanilgan holatda yangi, samarali va arzon energiya, yoqilg'i zaxiralarini yaratish muammosi o'z yechimini kutayotgan muhim masalalardan biri hisoblanadi. Bunda iqlim sharoitiga bog'liq holatda ko'pchilik mamlakatlarda biomassa to'planishi xususiyati ancha yuqori qiymatga ega ekanligini ham ta'kidlab o'tish lozim. Masalan, yer sharining tropik mintaqasi boshqa mintaqalardan keskin farq qiladi.

Hozirgi vaqtda dunyo miqyosida energiya zaxiralarning kamayishi bilan bevosita bog'liq holatda kimyoviy injeneriya sohalaridagi ishlab chiqarish sur'atlari keskin pasayishi kuzatilmogda. Bu muammo yechimida ham biotexnologik uslublardan foydalanilganda yangi samarali xomashyo yaratish va iqtisodiy o'sishga ijobiy ta'sir qiluvchi texnologiyalarni loyihalashtirish ancha yaxshi natijalarga olib kelishi mumkin. Jahonda 1970-1980-yillar davomida axborot texnologiyalaridagi o'sish sur'atlari bevosita mikroelektronika sohasidagi erishilgan yutuqlarga asoslanganligi singari, industrial tarmoqlardagi rivojlanish nisbatan ancha arzon neft yoqilg'isi evaziga amalga oshirildi. Shubhasiz aytish mumkin-ki, 2010-yillar biotexnologiya davri bo'la oladi. Hozirgi vaqtda axborotlashtirish sohasida axborot manbalarining ko'payib borishi kabi dunyoda biotexnologiya sohasida molekulyar biologiyaga asoslangan sanoatni rivojlantirishga katta sarmoyalar ajratilishi kuzatilmogda.

Ko'pchilik biotexnologik jarayonlar uchta asosga ega. Birinchisi, kerakli jarayon uchun optimal holatdagi spetsifik katalizatorlar tanlanishi, ikkinchisi, katalitik jarayon to'liq borishi uchun eng qulay sharoitlarni yaratish va uchinchisi, fermentativ aralashmadan tayyor mahsulotni ajratishning samarali usullarini yaratish va amaliyotga joriy qilishdan iborat.

Ko'pincha biotexnologik kataliz jarayonlarida mikroorganizmlardan keng foydalaniladi. Albatta, bu jarayonda o'simlik va hayvon organizmi hujayralaridan foydalanish istiqbollari porloq hisoblanadi.

Biotexnologik jarayonlarda ko'proq mikroorganizmlardan foydalanilishining asosiy sabablari, mikroorganizmlarning genetik

fondi cheklanmaganligi va uni o'zgartirish imkoniyatlari mavjudligi, shuningdek mikroorganizmlarning o'simlik va hayvon organizmlariga nisbatan tez o'sish, ko'payishi kabi xususiyatlari hisoblanadi. Bu xususiyatlar esa biotexnologiyada mikroorganizmlardan foydalangan holda qisqa vaqt davomida ko'p miqdordagi foydali mahsulot yaratish imkonini tug'diradi.

Biotexnologik jarayonning samaradorligi bevosita tanlangan dastlabki materialga bog'liq bo'lib, bunda foydali mikroorganizmlarning irsiyatini seleksiya va mikrobiologiya yutuqlari asosida ijobiy yo'nalishda o'zgartirish katta ahamiyatga ega.

Biotexnologiyada katalizator sifatida qo'llaniladigan fermentlar bevosita sof holatda ajratib olinadi va bunda ajratish, tozalash va ferment xususiyatlarini barqarorlashtirishning zamonaviy samarali usullari mavjud.

Biotexnologik jarayonning samaradorligini ta'minlovchi ikkinchi omil bu kerakli mahsulotni sintezlovchi produtsent faoliyati uchun qulay sharoitni ta'minlab berishdan iborat. Bunda bevosita kimyoviy jarayonlarning amalga oshishi mexanizmlari, shuningdek bu tizimlarni loyihalashtirishda yuqori darajada zamonaviy konstruktiv bilimlarga ega bo'lish talab qilinadi.

Va nihoyat, uchunchi omil bu biotexnologik jarayonda yetarlicha murakkab hisoblangan bosqich, ya'ni tayyor mahsulotni ajratib olish hisoblanadi. Bu bosqich bevosita umumiy jarayon samaradorligining 70% tashkil qiladi.

Ko'p bosqichlardan iborat biotexnologik jarayonning to'liq amalga oshishi uchun genetiklar, mikrobiologlar, molekulyar biologlar, biokimyogarlar, hujayra darajasida bilimlarga ega fiziologlar, injener texnologlar, biotexnologik qurilmalarni loyihalashtiruvchi konstruktorlar kabi bir qator, yuqori bilim va ko'nikmalarga ega kasb egalari talab etiladi. Biroq shuni ham ta'kidlab o'tish lozimki, chuqur nazariy va amaliy bilimga ega biotexnolog o'z-o'zidan tug'ilmaydi, balki uzoq yillik mehnat va izlanishlar natijasida vujudga keladi. Shu sababli biotexnologik sanoatda ko'plab kasb egalari ish olib boradi va biotexnologiyaning rivoji bevosita iqtisodiy va siyosiy jihatdan tegishli mamlakat uchun muhim ahamiyatga ega bo'lgan ishlab chiqarish sohasi hisoblanadi.

2. BIOTEXNOLOGIK OBYEKTLARNI TANLASH

Biotexnologik jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy komponentlar

Biotexnologik jarayon samaradorligini belgilovchi asosiy komponentlardan biri – tanlangan biologik obyekt hisoblanadi. Chunki dastlabki material sifatida tanlangan obyekt o'zida aniq bir modifikatsiyalanuvchi xususiyatni mujassam etib, bizga kerakli bo'lgan foydali mahsulot olish imkonini tug'dirishi lozim. Biotexnologik obyekt sifatida mikroorganizmlar, o'simliklar va hayvonlar hujayralari, transgen o'simlik va hayvonlar, shuningdek hujayraning ko'p komponentli ferment tizimi hamda alohida fermentlar tanlanadi.

Hozirgi vaqtga qadar biotexnologik jarayonlarda asosiy obyekt sifatida ko'proq mikroorganizmlardan foydalaniladi, ya'ni mikroorganizmlar yordamida turli xil kerakli biologik faol moddalar sintezlanadi. Afsuski, o'simliklar va hayvonlardan biotexnologik obyekt sifatida foydalanish bir qator sabablarga ko'ra keng miqyosda amalga oshirilmaydi.

Tanlangan obyektning xususiyatlariga bog'liq bo'lmagan holatda har qanday biotexnologik jarayonning dastlabki ishlov berish bosqichi organizmlarning sof holatda ko'paytirishdan iborat. Bunda tanlangan obyekt o'simlik yoki hayvon bo'lsa, u holda ma'lum bir hujayralar yoki to'qimalar ko'paytiriladi. Jarayonning keyingi bosqichlarida ko'paytirilgan mikroorganizm, o'simlik va hayvon hujayralari va to'qimalari umumiy holatda mikrobiologik sanoat uslublari asosida ishlov beriladi. Uslubiy jihatdan ko'paytirilgan mikroorganizm va o'simlik, hayvon, hujayra, to'qimalari o'zaro keskin farqlanmaydi. Shu sababli biotexnologik jarayonning keyingi bosqichlarida tanlangan obyektga mikrobiologik obyekt sifatida qaraladi.

Mikroorganizmlar olami juda turli-tuman hisoblanadi. Hozirgi vaqtda mikroorganizmlarning taxminan 100 000 turi o'rganilgan. Bularning asosiy qismini bakteriyalar, aktinomitsetlar, rikketsiyalar, sianobakteriyalar, prokariotlar, achitqilar, zamburug'lar, sodda hayvonlar va suv o'tlari tashkil qiladi. Turli xil mikroorganizmlarning

orasidan foydali mahsulot olish maqsadida kerakli xususiyatlarga ega mikroorganizmlarni tanlash jarayoni muhim ahamiyatga ega. Chunki to'g'ri tanlangan dastlabki obyekt sanoatda biotexnologik jarayon samaradorligining yuqori bo'lishiga olib keladi.

Mikroorganizmlar sanoatda qo'llaniladigan va qo'llanilmaydigan turlarga bo'linadi.

Sanoatda asosiy hayotiy jarayonlarni izohlashda model sifatida keng miqyosda qo'llaniluvchi *E.coli.*, *Bac.subtilus*, *S.cerevisiae* kabi bir qator mikroorganizmlarning xususiyatlari yetarlicha o'rganilgan. Ammo qolgan mikroorganizmlarning xususiyatlari genetik, molekulyar biolog va injeneriya sohasi, mutaxassisleri e'tiboridan chetda qolib kelmoqda. Ko'plab biotexnologik jarayonlarda foydalaniladigan mikroorganizmlar GRAS ("generally recognized as safe" odatda kasallik qo'zg'atmaydigan), bo'yicha tasniflanadi. Bunday mikroorganizmlarga *Bacillus subtilus*, *Bacillus amyloliquefaciens* kabi bakteriyalar, *Streptomyces* turiga kiruvchi batsilla, laktobatsillar, shuningdek *Aspergillus*, *Penicillium*, *Mucor*, *Rhizopus* turlariga kiruvchi zamburug'lar, *Saccharomyces* turiga kiruvchi achitqilar kiradi. GRAS tipiga kiruvchi mikroorganizmlarning ko'pchiligi kasallik qo'zg'atmaydi, zaharli emas va eng asosiysi antibiotik hosil qilmaydi. Shu sababli bu mikroorganizmlar biotexnologik jarayonlarda asosiy tanlangan obyektlar sifatida keng ishlatiladi.

Hozirgi vaqtda mikrobiologiya sanoatida yuzlab turga kiruvchi minglab mikroorganizmlarning shtammlaridan foydalaniladi. Bu mikroorganizmlar shtammlari dastlab foydali belgilariga ko'ra tabiiy manbalardan ajratib olingan va xususiyatlari turli uslublar yordamida yaxshilangan. Mikrobiologiya sanoatida ishlab chiqariluvchi mahsulotlar turi va sifatini oshirish maqsadida yangi mikroorganizm turlaridan foydalanish ustida tinimsiz izlanishlar olib boriladi. Chunki ular ko'plab mikroorganizmlar turlari orasida *E.coli.*, *Bac.subtilus* kabi samaradorligi yuqori bo'lgan turlar mavjud bo'lishi mumkin. Lekin bu yo'nalishdagi tadqiqotlar ko'p mehnat va mablag'ni talab qiladi.

Shu sababli biotexnologik jarayonlarda foydalanish uchun mikroorganizmlarning yangi zamonaviy kam mehnat va xarajat sarfiga ega turlarini izlab topish va ularni ishlab chiqishga tatbiq

etish muhim ahamiyat ega.

Foydali xususiyatga ega bo'lgan obyektning tanlashda biotexnologiyada klassik usul bo'yicha dastlab kerakli mikroorganizm turi tabiiy sharoitdan ajratib olinadi.

Tabiiy yashash muhitidan ajratib olingan mikroorganizm sun'iy ozuqa muhitiga ekib, ko'paytiriladi. Keyingi bosqichda esa ko'paytirilgan sof mikroorganizmlar differensial-tashxisdan o'tkaziladi va mikroorganizmlarning mahsuldorligi taxminiy baholanadi.

Produtsent mikroorganizmlarni tanlashning boshqa usuli ham mavjud. Bunda xossa-xususiyatlari yaxshi o'rganilgan mikroorganizmlar orasidan foydali xususiyatga ega turlar ajratib olinib ko'paytiriladi.

Biotexnologik obyektning tanlanishida asosiy mezonlardan biri produtsent mikroorganizmning butun mahsulot sintez qila olish xususiyatini to'g'ri baholay olish hisoblanadi. Bunda esa mikroorganizmlarning qo'shimcha, bir qator xususiyatlarga ega bo'lishi talab etiladi:

- yuqori darajada o'sish xususiyatini namoyon qilishi;
- nisbatan arzon substratdan foydalangan holda hayotiy ehtiyojlarini to'la ta'minlay olishi;
- boshqa mikroorganizmlarga nisbatan yuqori rezistentlik xususiyatini namoyon qilishi va raqobatbardoshligi.

Yuqorida sanab o'tilgan xususiyatlarga ega mikroorganizmlardan foydalanilganda sanoatda mahsulot ishlab chiqarish uchun qilinadigan sarf-xarajatlar miqdori minimal darajada bo'ladi. Lekin tabiatda ba'zi bir mikroorganizmlarning yashash imkoniyatlari yuqori bo'lishi doim ham mavjud bo'lmaydi. Sharoitga qarab hal qiluvchi mezonlar ham o'zgaradi. Mikroorganizmlar bilan ishlayotganda yashash sharoitlarini ham hisobga olish kerak bo'ladi. Shuning uchun mikroorganizmlarning ba'zi bir xususiyatlari to'g'risida to'xtalib o'tmoqchimiz.

1. Bir hujayrali organizm yuksak organizmlardan sintetik jarayonlarning tez borishi va o'sish tezligi bilan ajralib turadi. Lekin bu xususiyat barcha mikroorganizmlar uchun tegishli emas. Masalan, oligotrof mikroorganizmlar sekin o'sishi bilan xarakterlansa-da, qimmatli mahsulot sintezlay olish qobiliyatiga ham ega.

2. Biotexnologik jarayonlar uchun foydalanishda asosiy e'tibor ko'pincha quyosh nurlaridan hayotiy ehtiyojlari uchun kerakli energiyani oluvchi fotosintezlovchi mikroorganizmlardan foydalaniladi. Bu guruhga kiruvchi sianobakteriyalar va fotosintezlovchi eukariotlar uglerod manbai sifatida CO₂ dan foydalanadi. Sianobakteriyalarga kiruvchi ba'zi bir mikroorganizmlar esa erkin havo azotini o'zlashtirish xususiyatiga ega hisoblanadi. Fotosintezdan foydalanuvchi mikroorganizmlar produtsent sifatida ammiak, oqsil, vodorod va bir qator organik moddalarni sintezlay oladi. Biroq bu guruhga kiruvchi mikroorganizmlarning genetik xususiyatlari va molekulyar-biologik mexanizmlari kam o'rganilganligi sababli sanoatda keng qo'llanilishi cheklangan. Bu muammo yaqin kelajakda o'z yechimini topishi mumkin.

3. Biotexnologiyada 60-80°C haroratda yashovchi termofil mikroorganizmlardan foydalanishga ham e'tibor qaratiladi. Bu mikroorganizmlarning ushbu xususiyati ularni ko'paytirishda steril bo'lmagan muhitda boshqa mikroorganizm turlari ko'payishini cheklaydi va sof mikroorganizmlarni ko'paytirishni yengillashtiradi. Termofil mikroorganizmlar orasida spirt, aminokislota, ferment, molekulyar vodorodni sintezlovchi vakillari ham mavjud. Shuningdek bu mikroorganizmlarning mezofil mikroorganizmlarga nisbatan metabolik faolligi va o'sish tezligi 1,5-2,0 marotaba yuqori ekanligi aniqlangan.

Termofil mikroorganizmlar tomonidan sintezlangan bir qator fermentlar issiqlikka, oksidlovchilar ta'siriga, detergentlar va organik erituvchilar hamda boshqa noqulay ta'sirlarga nisbatan chidamlilik xususiyatini namoyon qiladi. Termofil mikroorganizm turlaridan proteaza fermentini ajratib olish 20°C haroratda nisbatan 70°C haroratda 100 marotaba faol bo'lishi aniqlangan. Termofil mikroorganizmlarda bunday xususiyatning bo'lishi ulardan sanoatda foydalanish uchun muhim ko'rsatkichlardan biri hisoblanadi. Masalan, genetik injeneriya usuli bilan termofil bakteriya *Thermus aquaticus* dan *Taq*-polimeraza fermenti ajratib olingan.

Biotexnologik obyektlarni tanlashning seleksiya usuli

Biotexnologiyada qimmatli xususiyatlarga ega faol produtsentlarni yaratishda obyektlarni tanlashning muhim xususiyatlaridan biri seleksiya hisoblanadi. Seleksiya uslublari yordamida kerakli produtsent tanlash jarayoninig har bir bosqichida foydali fenotipni namoyon qiluvchi genomni ongli ravishda konstruksiyalab boriladi. Biroq tanlanuvchi organizmlar genomini o'zgartirishning mutlaq samarali uslublari yo'qligi sababli bu doim ham ijobiy natija bermaydi.

Obyektlarni tanlash jarayonida o'z-o'zidan ko'payuvchi foydali belgilarga ega mikroorganizmlarni tanlab olishda seleksiya uslubidan keng foydalaniladi. Bu usulda har bir bosqichda mutatsiyaga uchragan mikroorganizmlar ichidan faollari tanlab boriladi va ushbu ko'rinishda davom etuvchi jarayon natijasida eng samarali shtammlar yaratiladi. Biroq bu uslubning kamchiligi mikroorganizmlar orasida foydali belgilarni namoyon qiluvchi mutatsiyalar sonining cheklanganligi hisoblanadi.

Seleksiya asosida chaqirilgan mutatsiya uslubi qo'llanilganda samarador produtsentlar hosil bo'lish ehtimolligi soni ortadi. Mutatsiya hosil qilish jarayonida ultrabinafsha, rentgen, gamma nurlaridan, ba'zida kimyoviy moddalardan ham foydalanish mumkin. Lekin bu uslubning ham kamchiliklari mavjud, ya'ni bunda tadqiqotchi mutatsiya natijasida hosil bo'lgan mikroorganizmlar xususiyatlarini oldindan taxminiy bila olmaydi va faqat oxirgi natija asosida xulosa chiqaradi. Chunki mutatsiya jarayonining o'zgarishiga og'ir metal ionlarining mikroorganizmlar, bakteriyalar hujayrasiga singishi yoki hujayradan ionlarning chiqarib yuborilishiga bog'liq bo'lishi mumkin.

Shunday qilib, *hozirgi kunda mikroorganizmlar shtammlarini ongli ravishda konstruksiya (tuzishda) qilishda genetik, molekulyar biologik mexanizmlarga tayaniladi.* Qisqa qilib aytganda, yuqorida sanab o'tilgan uslubiy yondashuvlarning barchasi zamonaviy seleksiya produtsent-mikroorganizmlarni tanlashda foydalaniladi.

Mikrobiologik sanoatda mikroorganizmlar seleksiyasi va yangi shtammlar yaratish bevosita produtsent mikroorganizmlar mahsul-

dorligini oshirishga yo'naltiriladi. Bu esa hujayrada boradigan jarayonlarni o'zgartirish orqali amalga oshiriladi.

Ma'lumki, bakteriyalar hujayralaridagi biokimyoviy reaksiyalar tezligi umumiy holatda ikkita yo'nalishda boradi. Birinchisi, alohida ferment molekularining katalitik faolligi ta'sirida bakteriyada kechadigan biokimyoviy jarayonlar sekund va minutlarda, juda tez amalga oshadi. Ikkinchisi, bakteriyalarda boruvchi biokimyoviy jarayonlar davomiyligi bir necha minutlarni tashkil etib, bu ferment sintezining susayishi bilan bog'liq. Har ikkala mexanizm asosidada umumiy holatda tizimlarning qaytar jarayonlarga asoslangan idora mexanizmi yotadi. Biroq hujayra faoliyatini idora qilishning bundan ham oddiy uslublari mavjud.

Har qanday metabolik jarayonni idora qilishning eng oddiy uslubi substrat miqdorini o'zgartirish yoki fermentlardan foydalanish hisoblanadi. Substrat miqdorining, ya'ni muhitda uning konsentratsiya sining kamaytirilishi aniq bir yo'nalishda mahsulot hosil bo'lish tezligini kamaytiradi. Boshqa tomondan esa substrat konsentratsiyasining ko'paytirilishi esa metabolik jarayonlar uchun qo'zg'atuvchi ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli har qanday jarayonda boshqa omillarga e'tibor qaratmagan holda substrat konsentratsiyasining o'zgartirilishi orqali metabolizm tezligini idora qilish mumkin. Ba'zan yangi (ferment, oqsil va hokazo) mahsulot hosil qilinishi jarayonida hujayra o'sayotgan muhitda birorta qo'shimcha moddaning konsentratsiyasi oshirilishi talab qilinadi.

Shunga o'xshash ko'rinishda fermentlar sintezini idora qiluvchi genlarni birlashtirish orqali fermentlar konsentratsiyasining oshirilishi ham biotexnologik jarayon tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatadi. Hujayrada kechuvchi metabolik jarayonlarni idora qilishda ancha keng tarqalgan usullardan biri bu *retroingibirlash* uslubi hisoblanadi.

Ko'pchilik birlamchi metabolitlar sintezida yakuniy mahsulot miqdorining ortishi bevosita jarayonda ishtirok etuvchi fermentlarning birortasining faolligining susayishiga sabab bo'ladi.

Bu ko'rinishdagi mexanizm mavjudligi birinchi bor 1953-yilda A. Novik va L. Szillard tomonidan *E. coli* yordamida triptofan aminokislotasini sintez qilish jarayonida qayd etilgan. Triptofan aromatik aminokislotasini bu yo'l bilan sintez qilish jarayoni bir

nechta katalitik bosqichlardan iborat.

Mualliflar tomonidan aniqlanishicha, jarayonning yakuniy mahsuloti hisoblangan triptofan aminokislotasining ortiqcha miqdorda qo'shilishi *ye.soli* yordamida indol glitserofosfat sintezlanishini susaytiradi. Bunda triptofan aminokislotasi indolglitserofosfat hosil bo'lishini katalizlaydigan ferment tizimini ingibirlaydi deb ko'rsatilgan.

Keyinroq aniqlanishicha, jarayonda triptofanga nisbatan sezgir ferment bu antranilatsintetaza fermenti hisoblanib, triptofan sintezlanishi jarayonining dastlabki bosqichida xorizmat va glutamindan antranilat hosil bo'lishini ta'minlanishida ishtirok etadi. Tajribalda antranilatsintetaza va uning substrati xorizmat va glutamin mavjud bo'lgan *ye.soli* hujayra ekstraktiga triptofan qo'shilganda antranilat hosil bo'lish jarayoni keskin susayishi orqali isbotlangan. Bu jarayonni to'laroq o'rganish davomida antranilatsintetaza fermenti faolligi faqat triptofan ta'sirida ingibirlanishi va boshqa metabolitlar uning faolligiga ta'sir ko'rsatmasligi aniqlangan. Ushbu ko'rinishdagi retroingibirlanish jarayoni hujayrada kechuvchi metabolik jarayonlarda muhim ahamiyatga ega bo'lishi mumkin.

Fermentlarni allosterik markaz bilan bog'lash

Hujayra faoliyatida retroingibirlanish jarayoni mexanizmlarini o'rganishda *in vivo* sharoitida aniqlanishicha, triptofan kabi ingibirlovchi metabolit hisoblangan modda ingibirlanuvchi fermentning katalitik markazi bilan emas, balki allosterik markazi bilan bog'lanishi va uning faoliyati susayishiga sabab bo'lishi aniqlangan. Allosterik markazga (bu so'z grekchadan olingan bo'lib, "allos"-boshqa, "steros"-fazoviy degan ma'noni anglatadi) ega bo'lgan ferment esa allosterik ferment deb ataladi. Allosterik fermentlar umumiy holatda oligomer strukturaga ega bo'lib, bir nechta o'zaro o'xshash yoki farqli tuzilishga ega subbirliklar majmuasidan tashkil topgan. Fermentning ingibitor molekulasiga bilan ta'siri natijasida ferment oligomer strukturasi konformatsion o'zgarish yuzaga keladi va uning katalitik xususiyati susayadi. Retroingibirlanish xususiyatiga ega bo'lgan fermentning mutatsiyasi

natijasida allosterik markaz tuzilishi o'zgaradi, natijada ingibritlovchi metabolit ta'siriga nisbatan sezgirlik xususiyatini nomoyon qilmaydi va biotexnologik jarayon oxirigacha o'z faolligini ko'rsatadi.

Biotexnologiyada retroingibirlanish mexanizmlarining to'g'ri aniqlanishi bevosita jarayon davomida foydali mahsulot olishi samaradorligini oshiradi. Bu kabi jarayonda ko'pincha metabolitlarning analoglaridan keng foydalaniladi.

Masalan, triptofan aminokislotasining analogi hisoblangan 5-metiltriptofan qo'llanilganda antranilatsintetaza faolligini susaytiradi, lekin triptofan hosil bo'lish jarayoni tezligiga sezilarli ta'sir ko'rsatmaydi. Bunda ba'zi mikroorganizmlar 5-metiltriptofan ta'siriga chidamlilik xususiyatini namoyon qiladi va ozuqa muhitida yetarli miqdorda triptofan sintezlanishini amalga oshiradi. Bu uslub biotexnologiyada aminokislotalar, nukleotidlar va vitaminlar sintezlash jarayonlarida qo'llaniladi.

Aniqlanishicha, o'sayotgan hujayralar sintezlaydigan ko'p minglab fermentlarning ba'zilari ozuqa muhitiga bog'liq bo'lmagan holda hosil bo'ladi, boshqalari esa ularga ta'sir qiluvchi substrat mavjud bo'lgan holdagina hosil bo'ladi. Birinchilari glikoliz fermentlari kabi konstitutiv fermentlar ikkinchilari – adaptiv yoki induktiv fermentlar deb nomlanadi. Masalan, glukozali muhitda o'sayotgan *E.coli* hujayralari oz miqdordagi laktoza metabolizmi fermentlarining, hamda ushbu mikroorganizm hujayralari o'zlashtiradigan uglerodning boshqa manbalarini tutadi. Bu fermentlar laktozali muhitga o'tkazilsa, 1-2 minutdan so'ng laktoza utilizatsiyasining asosiy fermenti β -galaktozidazaning faolligi oshadi. Bu ferment laktozani glukoza va galaktozagacha gidrolizlaydi. Keyingi qisqa vaqt ichida (20-180 minut) β -galaktozidazaning faolligi boshlang'ich darajaga nisbatan 1000 marta ortadi. Bu yerda ferment induksiyasi muhim o'rin tutadi.

Ferment induksiyasi

Ferment induksiyasi – kultura muhitida ma'lum bir kimyoviy birikmaning (induktor)ning paydo bo'lishiga ferment sintezining javobidir. Ko'p hollarda substratlarning sarflanmagan analoglari

induktor bo'lib hisoblanadi. Masalan, β -galaktozidaza uchun laktozaning metabolizmda qatnashmaydigan izopropil β -D-tiogalaktopiranozid (IPTG) induktor sanaladi. Boshqa tomondan, substrat har doim ham o'ziga tegishli ferment sintezining induktori hisoblanmaydi. Laktoza induktor bo'lishi uchun avval β -galaktozidaza ta'sirida o'zining izomeri allolaktozaga aylanishi kerak.

1961-yili F.Jacob va J.Monod *E.coli* bakteriyalari tomonidan laktozaning utilizatsiya jarayonini genetik va biokimyoviy o'rganishlari natijasida "operon modeli" nomli konsepsiyani ishlab chiqqanlar. Bu modelga ko'ra, boshqarishning ushbu sistemasi 4 ta komponentdan (strukturali genlar, gen-regulyator, operator va promotor) iboratdir. Gen-regulyator operator bilan bog'lana oladigan oqsil-repressor strukturasi aniqlaydi. Bu o'z navbatida uning yonidagi strukturali genlar faoliyatini nazorat qiladi. Promotor transkripsiya fermenti – RNK-polimeraza bilan bog'lanadigan qismni tashkil qiladi. Agar oqsil-repressor operator bilan bog'langan bo'lsa, u holda RNK-polimeraza promotorga joylasha olmaydi va informatsion RNK sintezlanmaydi. Buning natijasi esa tegishli fermentlar sintezining ro'y bermasligidir. Birinchi marta qamrovli o'rganilgan operon ichak tayoqchasining laktozali operonidir. Mualliflarning fikricha, repressor 2 ta o'ziga xos markazga ega bo'lgan allosterik oqsil hisoblanadi. Ulardan biri operatorning nukleotid ketma-ketligiga, ikkinchisi esa induktor molekulasiga o'xshashdir. Induktor bilan repressorning o'zaro ta'siri repressorni operatorga o'xshashligini kamaytiradi, natijada operator ajraladi. Lac-operoni repressori toza holda ajratib olingan va 4 ta bir xil subbirlikdan tuzilgan (umumiy mol. massasi 150 000 D). Har bir subbirlik induktorning 1 ta molekulasi bilan o'zaro ta'sirlashadi, ya'ni repressor inaktivlash uchun induktorning 4 ta molekulasi kerak bo'ladi. Repressor toza holda operatorga juda o'xshaydi va *in vitro* sharoitida Lac-operatorning nukleotid ketma-ketligi bilan bog'lanadi. Induktor bu bog'lanishni buzadi. Ushbu natijalar F.Jacob va J.Monod gipotezasini to'liq isbotlaydi.

Ma'lumki, idora qiluvchi regulyator-gen tuzilishi tarkibidagi ketma-ketlikning mutatsiya ta'sirida buzilishi natijasida repressor faoliyatining to'liq amalga oshirishining izdan chiqishiga olib keladi yoki regulyator-gen va operator qartasidagi muvofiq uyg'unlashuv-

ni buzilishiga sabab bo'ladi. Shu bilan birga mutatsiya natijasida informatsion RNK molekulasining sintelanish jarayonida buzilish ro'y berib, natijada esa unga bog'liq holatda sintezlanuvchi ferment vujudga kelmaydi. Ushbu ko'rinishdagi mutatsiyalar konstitutiv mutatsiyalar deb nomlanadi. Konstitutiv mutant organizmlarning vujudga kelishi bevosita sanoatda qo'llaniladigan foydali xususiyatga ega mikroorganizmlar seleksiyasi uchun qimmatli material beradi.

Operon konsepsiyasi biotexnologiyada fermentlar repressiyasi jarayonida qo'llaniladi. Indutsibel tizimlardan farq qilib, yuqoridagi ko'rinishdagi operonlar repressor uchun faol ta'sirga ega emas (aprepressor), ya'ni ularning faolligi yakuniy mahsulot ta'sirida vujudga (korepressor) keladi.

Yuqorida aytib o'tilgani kabi triptofanning analogi (5-metil triptofan) qo'llanilganda triptofanning ingibirlovchi ta'siri susayib aminokislota hosil bo'lish jarayoni kuchayadi. Bu jarayonda ba'zi mutant organizmlarda antranilatsintetazaning retroingibirlanishi yuzaga keladi, ba'zilarida esa triptofan operoni vujudga keladi. Bu kabi mikroorganizm mutantlarida regulyator gen buzilishi qayd etilgan. Bunday mutantlarda konstitutiv o'zgarishlar natijasida repressor xususiyati to'liq izdan chiqadi yoki triptofan faolligi buziladi.

Ushbu ko'rinishda biotexnologiyada indutsibel va repressibel operonlarning idora qilinish jarayonini o'zgartirish orqali sanoatda foydali mikroorganizm shtammlarini ko'paytirish mumkin. Metabolik jarayonni idora qiluvchi genlar bitta operonda joylashmaydi. Masalan, *E.coli* tarkibida arginin aminokislotasini sintezloanishini ta'minlovchi genlar xromosomaning turli qismlarida joylashgan. Ammo bu genlarning barchasining faoliyati bitta regulyator gen orqali idora qilinadi. Bu tizim regulon deb ataladi. SOS-regulon ham ushbu tuzilishga ega bo'lib, bir qator oqsil va ferment molekularining irsiyatini ta'minlaydi va hujayrada DNK strukturasi parchalanishida ishtirok etadi. SOS-regulon tizimi ham bitta regulyator gen-*lexA* yordamida idora qilinadi. Operon va regulonlar barcha o'rganilgan bakteriya genetik tizimi tarkibida mavjud bo'lib, fiziologik jihatdan o'xshash funksiyalarni idora qilinishida ishtirok etadi.

Istalgan operonning boshqaruvchi elementi bo'lib, promotor deb nomlanuvchi DNKning qismi hisoblanadi. Operonning ushbu qismi transkripsiyani boshlash uchun RNK-polimeraza bilan birlashadi. Transkripsiyaning borishi promotorning xususiyatiga bog'liqdir. Promotor qismidagi mutatsiya uning faolligini o'zgartirib operon ekspressiyasini oshirishi yoki kamaytirishi mumkin. Promotorning ushbu xususiyatidan nisbatan faol produtsentlarni yaratishda foydalaniladi.

Biotexnologiyada samarali produtsentlar seleksiyasida genetik injeneriyadan foydalanib, operon va promotorlarning xususiyatlarini ijobiy yo'nalishda boshqarish masalasi muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Albatta, mikroorganizmlar mahsuldorlik xususiyatini oshirishda regulyator mexanizmlarni ijobiy yo'nalishda o'zgartirish usulidan boshqa samarali usullar ham mavjud.

3. BIOTEXNOLOGIK OBYEKTЛАRNI KO'PAYTIRISH

Bioobyektlarni ko'paytirishda qo'llaniladigan substratlar

Biotexnologiyaning asosiy zamonaviy muammolaridan biri – ishlab chiqarish jarayonlarini intensivlashtirish, yuqori mahsuldorlikka ega bo'lgan produtsentlarni ko'paytirish, samarador biotexnologik usullarni yaratish va amaliyotga joriy etishdan iborat. Ushbu maqsadlarga to'liq erishish avvalo biotexnologik jarayonda foydalaniladigan produtsentlarni to'g'ri tanlash, ularning faoliyati optimal borishi uchun qulay substrat, ozuqa muhitini yaratish, ko'paytirish jarayonini to'g'ri tashkil etish va idora qilish, bioreaktor konstruksiyasini har tomonlama ijobiy samara beradigan darajada loyihalashtirish, biotexnologik jarayonda hosil bo'luvchi tayyor mahsulotni ajratib olish va tozalashni to'g'ri tashkil etish kabilarga bog'liq hisoblanadi.

Biotexnologik tanlangan obyektlarni o'stirish maqsadida ozuqa muhitiga o'simlik va hayvon yoki mikroorganizmlar mahsulotlari hisoblangan qo'shimcha biogen moddalar solinadi. Bunday moddalarga go'sht ekstrakti, makkajo'xori uni, dengiz

oʻtlari va shu kabilar kiradi. Shuningdek bu maqsadda sintetik, sof kimyoviy moddalardan ham foydalaniladi.

Muhit tarkibi produtsentning ozuqaga boʻlgan talabini inobatga olgan holda tuziladi. Koʻpchilik biotexnologik jarayonlarda produtsent sifatida geterotrof organizmlar tanlanadi. Bu geterotroflarga, energiya manbai sifatida organik moddalardan foydalanuvchi organnizmlar, avtotrof organizmlar, organik moddalardan uglerod manbai sifatida litogeterotrof organizmlar va organik moddalardan uglerod manbai va energiya manbai sifatida foydalanuvchi organogeterotrof organizmlar kiradi.

Foydalaniladigan ozuqa muhitida koʻpaytiriladigan produtsent ehtiyojlarini toʻla qondirishi va olinadigan mahsulot unumdorligi maksimal boʻlishi uchun sharoit yaratib berish kerak. Biotexnologiyada foydalaniladigan ozuqa muhitlariga boʻlgan talablar mikrobiologiyada mikroorganizmlarni koʻpaytirish uchun tayyorlanadigan ozuqa muhitlariga qoʻyiladigan talablardan unchalik farq qilmaydi. Biotexnologiyada ishlatiladigan substratlar maʼlum bir aniq mezonlarga javob berishi lozim.

Biotexnologiyada mahsulot ishlab chiqarishda produtsentlar koʻpaytiriladigan substrat arzon boʻlishi va shuningdek tanqis boʻlmashligi lozim. Hayvon biomassalari va qisman oʻsimlik biomassasi biotexnologik jarayonlarda uglerod manbai sifatida keng ishlatiladi. Bu manbalar asosida biotexnologiyada bugʻdoydan spirtli ichimliklar, sutdan pishloq tayyorlash texnologiyalari sanoatida keng qoʻllaniladi. Oʻsimlik manbalari tabiiy tanqis boʻlmagan materiallarga kiradi. Yer sharida fotosintez natijasida oʻsimliklar quyosh energiyasidan foydalanib, quruq massaga nisbatan yiliga 24×10^{11} tonna biomassa hosil qilinadi.

Bunda oʻsimlik biomassasining ancha katta miqdori yogʻoch sifatida yigʻiladi. Qishloq xoʻjaligida esa bu biomassaning 6 % igina oziq-ovqat mahsulotlari va shuningdek qogʻoz ishlab chiqarish, toʻqimachilik maqsadlarida foydalaniladi.

Zamonaviy biotexnologiya usullari yordamida qishloq xoʻjalik mahsulotlarini sintetik usulda yaratish imkoniyati mavjud. Shu bilan birga biotexnologik qayta ishlov berish orqali hozirgi kunda chiqindi sifatida tashlab yuboriladigan mahsulotlardan oziq-ovqat sanoatida foydalanish mumkin.

Qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaliklari biomassasi, ayniqsa, tropik va subtropik mintaqalarda ko'plab mamlakatlarning milliy iqtisodiy potensialining asosini tashkil qiladi.

Qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligi xomashyolaridan tabiiy xomashyolar hisoblanib, ulardan sanoatda shakar, kraxmal, selluloza, gemitsellyuloza, lignin kabi bir qator foydali mahsulotlar ishlab chiqariladi. Bu mahsulotlarni ishlab chiqarish jarayonida sanoatda ko'p miqdorda qo'shimcha mahsulotlar hosil bo'ladi. Bu qo'shimcha mahsulotlardan bevosita biotexnologik jarayonlarda xomashyo sifatida foydalanish imkoniyatlari katta.

Biotexnologik jarayonlarda substrat sifatida foydalanish qand lavlagi, shakarqamishdan hosil bo'lgan qo'shimcha mahsulotlar (qoldiqlari) ancha qulay xomashyolardan biri hisoblanadi. Biroq hozirgi vaqtda dunyo miqyosida shakardan foydalanish darajasi tinimsiz pasayib bormoqda. Chunki shakar o'rmini bosuvchi moddalarni ishlab chiqarishga e'tibor kuchaymoqda. Dunyo miqyosida shakardan foydalanish sur'atlari, ya'ni jahon bozorida shakarga bo'lgan ehtiyojning keskin tushib ketishi tropik mintaqada joylashgan, asosiy iqtisodiy daromadining katta qismi shakar ishlab chiqarishga asoslangan bir qator mamlakatlarda iqtisodiy krizislarni keltirib chiqarish ehtimolligi ham mavjud. Shu sababli sanoatda shakar olishda foydalanish maqsadida ekib ko'paytiriladigan xomashyodan yangi maqsadlarda foydalanish usullari izlanmoqda. Masalan, Braziliyada shakar qamish asosida etanol olish orqali avtomobil dvigatellari uchun yoqilg'i muammosini hal qilishga qaratilgan ishlar ancha yaxshi samara bermoqda. Chunki bu turdagi yoqilg'i ishlatilganda atrof-muhitga odatdagi benzin, kerosin kabi yoqilg'ilar ishlatilgandagiga nisbatan zararli chiqindilar chiqar-masligi aniqlangan. Bu ko'rinishdagi Braziliya modeli ko'pchilik mamlakatlarda katta qiziqish uyg'otgan va bu yo'nalishdagi izlanishlar kuchaytirilmoqda.

Qishloq xo'jaligida keng miqyosda ekib ko'paytiriladigan makkajo'xori, bug'doy, arpa, kartoshka, manioka va shu kabi kraxmal to'plovchi ildizmevalar asosida biotexnologiya sanoatida substrat yaratish usullari ham mavjud. Biroq bunda ushbu xomashyolardan foydalanishda kraxmalni monosaxarid holiga keltirish bir necha bosqichda amalga oshirilish sababli bu

texnologiyani yanada samarali holatda takomillashtirish talab etiladi. Hozirgi vaqtda ushbu xomashyolardan foydalanish keng rivojlangan. Yarim quruq holdagi yog'och o'rmon xo'jaligida o'simliklar biomassasining katta qismini tashkil qiladi. Bu xomashyodan sanoatda sellyuloza va energiya manbai sifatida foydalaniladi. Biotexnologiya sanoatida esa asosiy substratlardan biri sellyuloza hisoblanadi. Lekin bu yo'nalishdagi ishlar uncha rivojlanmagan, sababi daraxt yog'ochidan sellyulozani ajratib olish va undan biotexnologiyada glyukoza, sellobioza ko'rinishida foydalanish bir qator qiyinchiliklar tug'diradi. Masalan, yog'och tarkibida sellyuloza ancha barqaror holatdagi gemitsellyuloza va lignin bilan kompleks ko'rinishida mavjud bo'ladi. Ligninsellyuloza kompleksi degradatsiya jarayonlariga nisbatan kuchli barqarorlik xususiyatiga ega. Ushbu xususiyatiga ko'ra ham tabiatda daraxtlar tabiiy degradatsion ta'sirlarga nisbatan chidamlilik namoyon qiladi.

Inson o'z xo'jalik maqsadlarida yog'och lignotsellyulozasidan keng foydalanib kelmoqda. Biroq bu xomashyodan biotexnologik maqsadlarda foydalanishning samarali usullari to'liq ishlab chiqilmagan. Hozirgi kunda lignotsellyulozani parchalashning mikrobiologik usuli ishlab chiqilgan, ammo bu usul iqtisodiy jihatdan samarali emas. Sof holatdagi sellyuloza kimyoviy va fermentativ gidroliz ta'siri natijasida qandlargacha oson parchalanadi va mikroorganizmlardan fermentatsiya jarayonida etanol, atseton, oqsil, metan va boshqa mahsulotlar sintezlashda qo'llaniladi. Bu yo'nalishdagi ishlar AQSH, Shvetsiya, Britaniya kabi mamlakatlarda keng miqyosda amalga oshirilmoqda.

Yer sharida yiliga $3,3 \times 10^{14}$ kg CO_2 o'zlashtiriladi, shundan 6%, ya'ni 22 million tonnasi sellyuloza sifatida to'planadi. Yiliga inson ehtiyojlari uchun o'simliklar 24 tonna sellyuloza sintez qiladi. Yog'och sellyulozasi tarkibidagi lignin moddasi sellulozaning gidrolizlanishiga nisbatan barqarorligini ta'minlab, uning parchalanishi oldini oladi.

Shu bilan birga lignin moddasi tabiiy va kimyoviy parchalovchilar ta'siriga nisbatan sellyulozaning barqarorligini oshirib, bu qog'oz ishlab chiqarish sanoatida atrof-muhit muhofazasi bo'yicha bir qator muammolarni keltirib chiqaradi. Bu muammo haligacha o'z yechimini topgan emas. Bu xususiyat sellyuloza tarkibida

o'simlik biopolimeri ksilandan keyin turuvchi, ksiloza, arabinoza va glukuron kislota qoldig'idan tashkil topgan gemitsellyuloza molekulasining mavjudligi bilan bog'liq. Bu modda o'simlik xomashyosini qayta ishlash chiqindisi bo'libgina qolmay, balki o'zi ham biotexnologik xomashyo vazifasini bajarishi mumkin. Ksilan moddasining fermentativ gidrolizi natijasida ajralib chiquvchi zararli moddalar mikroorganizmlar uchun salbiy ta'sirga ega ekanligi sababli ksilan gidrolizining yangi, ijobiy texnologik usublarning yaratilishi talab etiladi.

Biotexnologiyada uglerod va energiyaning quvvatli manbalaridan biri neft va tabiiy gaz zaxiralari hisoblanadi. Neft tarkibidagi substrat sifatida ishlatish mumkin bo'lgan asosiy komponent suyuq holdagi, 10-20 ta uglerod atomi zanjiridan tashkil topgan n-alkan hisoblanadi. n-alkan bir qator mikroorganizmlar uchun substrat bo'la oladi. Biroq neft va tabiiy gaz zaxiralari dunyo miqyosida tanqislik darajasi ortib bormoqda. Shu sababli biotexnologiyada yangi xomashyo manbalrini izlab topish lozim. Bunday manbaalar sifatida o'simlik mevalari, soklari, yog'ochi kabilar va shuningdek qishloq xo'jaligi, qog'oz ishlab chiqarish sanoati chiqindilaridan foydalangan holda biotexnologiyada foydali mahsulot yaratish ustida izlanishlar olib borilmoqda. Bu texnologiyalarning barchasi chiqindisiz ishlab chiqarishni joriy etishga asoslangan.

Shu sababli biotexnologiyada chiqindisiz texnologiya asosida, bitta mahsulot yaratishda hosil bo'lgan chiqindidan boshqa bir mahsulotni ishlab chiqarishda foydalanishi masalasi to'liq yechimini kutib turgan muammolardan biri hisoblanadi. Masalan, biotexnologiyada etanol ishlab chiqarishda hosil bo'ladigan qo'shimcha mahsulot, ya'ni chiqindilar achitqilar uchun qulay ozuqa muhiti bo'la oladi. Yoki achitqilar uchun foydalanilgan ozuqa muhiti gidrolizati filtratidan zamburug' oqsili biosintezida foydalanish mumkin. Ushbu ko'rinishda bitta mikroorganizm biomassasida ikkinchisini ko'paytirish imkoniyati mavjud.

Biotexnologiyadagi eng muhim muammolardan biri chiqindilardan maksimal foydalanish usulbarini ishlab chiqish va joriy qilish hisoblanadi. Bunday chiqindilarni qayta ishlash muhitni ifloslashining oldini olinadi va foydali mahsulot yaratiladi. Ishlab chiqarish chiqindilarini qayta ishlash atrof-muhitga va iqtisodiyotga

ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Sanoatda kam foyda beruvchi qo'shimcha mahsulotlar magistral suv oqimlariga chiqarib tashlanishi bevosita ekologik ifloslanish darajasini keskin oshiradi. Shu sababli bu ko'rinishdagi sanoat chiqindilarini qayta ishlashning biotexnologik usullarining ishlab chiqilishi ikki tomonlama foyda keltirishi mumkin. Bunda har bir chiqindi turining mahsuloti biotexnologik qayta ishlovda keltiradigan foydasi aniq hisoblanishi lozim. Shundagina ma'lum sanoat chiqindilaridan biotexnologiyada foydalanish samaradorligi ta'minlanadi.

Hozirgi vaqtda biotexnologik jarayonlarda sanoat miqyosida bir qator chiqindi mahsulotlardan foydalanishning samarali usullari joriy qilingan. Masalan, shakar ishlab chiqarishda ko'p miqdorda hosil bo'luvchi qora oqimdan iborat melassa bevosita qishloq xo'jalik hayvonlariga ozuqa hisoblanishi bilan birgalikda tarkibida 50 %gacha qand saqlaydi va antibiotiklar, organik kislotalar, shuningdek achitqi ishlab chiqarish jarayonida substrat sifatida foydalaniladi. Shuningdek, pishloq ishlab chiqarish sanoatida sut mahsulotlarining qo'shimcha chiqindilaridan ham fermentatsiya jarayonlarida keng foydalanish ijobiy natijalarga olib kelishi aniqlangan. Shakar ishlab chiqarishning qo'shimcha mahsuloti bevosita biotexnologiyada lignotsellyulozani parchalash jarayonida qo'llaniladi.

Qishloq xo'jalik hayvonlari, shuningdek, shaxsiy xo'jaliklarda boqiladigan hayvonlarning go'ngidan, oziq-ovqat chiqindilaridan va maishiy turmush chiqindilaridan sanoatda foydali maqsadlarda foydalanish ham yuqori ijobiy natijalarga olib keladi. Masalan, Xitoyda qishloq xo'jalik hayvonlari chiqindilarini kompost holida qayta qishloq xo'jaligida foydalanish tajribasiga hozirgi kungacha katta e'tibor qaratiladi. Biotexnologik jarayonlarda bitta hujayradan oqsil sintezlash va shuningdek boshqa foydali organik moddalarni ishlab chiqarishda kimyoviy va neft kimyosi sanoati asosida ozuqa muhitini yaratish katta ijobiy natijalarga olib kelishi mumkin. Chunki bu xomashyo, ya'ni tabiiy neft, gaz, metanol, etanol kabi xomashyolar dunyoning barcha mintaqalarida o'xshash tarkibga egaligi ishlab chiqarish jarayonida bir qator qulayliklar yaratadi.

Xomashyo materiallari va ulardan foydalanishning biotexnologik istiqbollari

Biotexnologik jarayonda foydalaniladigan xomashyo avvalo arzon bo'lishi, tanqis bo'lmasligi, yetarli miqdorda bo'lishi, kimyoviy tarkibi va oksidlanish manbaiga ko'ra talab etilgan ko'rsatkichlarga javob berishi lozim. Hozirgi kunda biotexnologik sanoatda ancha samarali material sifatida makkajo'xori kraxmali, metanol, melassa, quruq holatdagi shakardan keng foydalaniladi. Biroq biotexnologiyada keng miqyosda xomashyo sifatida foydalaniladigan donli ekinlar, bug'doy, makkajo'xori, sholi mahsulotlari cheklangan miqdorda va ma'lum qisqa vaqt davomida ishlab chiqariladi. Shu sababli biotexnologiya sanoatida doimiy ishlatilish imkoniyatiga ega xomashyo zaxiralarini izlab topish ustida tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda.

Qisqa qilib aytiladigan bo'lsak, zamonaviy biotexnologiya sanoatining rivoji uchun arzon va qulay topiladigan xomashyo, asosan o'simlik xomashyosi asosida yetarlicha samaradorlikka ega ishlab chiqarishni loyihalashtirish muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Shu bilan birga biotexnologik jarayon davomida hosil bo'ladigan chiqindilardan unumli foydalanish, ya'ni bitta bosqichning qo'shimcha mahsulotidan keyingi bosqich uchun xomashyo sifatida foydalanishga asoslangan texnologiyalarni yaratish talab etiladi.

4. HUYAYRA INJENERIYASI

Biotexnologiya rivojlanishining yangi bosqichi-bu noan'anaviy hisoblangan, bir va ko'p hujayrali organizmlarning to'qima va hujayralaridan biotexnologik obyekt sifatida foydalanib, ularni ko'paytirish usullarining ishlab chiqilishi hisoblanadi. Mikroorganizmlarni ko'paytirishga nisbatan yuksak tuzilishga ega organizmlar hujayralarini ko'paytirish bir qator farqli xususiyatlarga ega bo'lib, ushbu jarayon asosida sanoat miqyosida vaksinalar, monoklonal antitelolar kabi qimmatli mahsulotlar sintezlanmoqda.

Yuksak tuzilishga ega organizmlar hujayralarini organizmdan tashqarida o'stirish uchun ma'lum sharoitda yaratish texnologiyasi

xususidagi fikrlar o'tgan asrning oxirlarida o'rtaga tashlangan bo'lib, dastlabki bunday hujayralarni ko'paytirish asrimiz boshlarida amalga oshirildi. O'simlik hujayralarini sun'iy ozuqa muhitida ko'paytirish ishlari ancha kech, ya'ni 1930-yillarga kelibgina bu yo'nalishda sezilarli yutuqlarga erishildi va bu soha tez rivojlana boshladi.

1970-yillarga kelib o'simliklar hujayralaridan protoplastlarni ajratish va o'simliklarning somatik hujayralarini gibridlash uslublarining kashf qilinishi o'simliklar hujayrasini biotexnologik jarayonlarda keng ishlatila boshlanishini kuchaytirdi.

Kallus hujayralarini ko'paytirish

Biotexnologiyada o'simlik hujayralarini ko'paytirishning asosiy yo'nalishlaridan biri o'simliklarning o'sma hosil qiluvchi hujayralarini yoki *kallus to'qimastni* ko'paytirish hisoblanadi. O'sma hosil qiluvchi hujayralarini chuqur yoki yuza qatlamli ozuqa muhitlarida ekib ko'paytirilganda, ular tuzilishiga ko'ra kallus hujayralaridan deyarli farqlanmaydi. O'sma hosil qiluvchi hujayralarining asosiy xususiyatlaridan biri ular ozuqa muhitida o'stirilayotganda gormonlarga nisbatan sezgirlik namoyon qilmaydi va shu sababli ozuqa muhitiga fitogormonlar qo'shish talab qilinmaydi. Ba'zan turli xil irsiy orttirilgan mutatsiyalar natijasida hosil bo'lgan kallus hujayralari ko'paytirilganda ularning ozuqa muhitlarida fitogormonlar qo'shish talab qilinadi. Shu bilan birga o'sma hujayralari organogenezi jarayonida ildiz, kurtaklar hosil qilmaydi. Ba'zan o'simlik to'qimalari jarohatlanganda o'simlikda ma'lum vaqt davomida o'simlikni himoya qiluvchi tizim sifatida regeneratsiya jarayoni uchun ozuqa jamg'aruvchi kallus to'qima vujudga keladi.

O'simlik kallus hujayralarini ko'paytirish jarayonida, fragmenti sifatida ajratib olingan eksplantlar sterillangan probirkada, kolbada yoki Petri kosachasidagi ozuqa muhitiga ekib o'stiriladi. Eksplant hujayralarining dedifferensiyalanishi va kallusogenezi jarayonining xususiyatlari, olingan to'qimaning xususiyatlariga bog'liqdir.

Bundan tashqari, kallusning hosil bo'lishi jarohatlanishga

bog'liqdir. Hozirgi vaqtda o'simlik to'qimalari kulturalarini olish metodi juda mukammalashgan bo'lib, istalgan tirik intakt o'simlik to'qimasidan uzoq vaqt turadigan kallus kulturalarini olish mumkin-dir. O'simlik hujayra va to'qimalari kulturalari o'stiriladigan ozuqa muhitining tarkibi mineral tuzlar (makro va mikroelementlar), uglerod manbai (saxaroza yoki glukoza), vitaminlar va o'sish regulyatorlaridan iborat bo'ladi. Zarur hollarda ozuqa muhitiga turli kompleks birikmalar (kazein gidrolizati, aminokislotalar aralash-masi, achitqi ekstrakti, turli o'simlik ekstrakti) qo'shiladi. Yangi obyekt bilan ishlayotganda ozuqa muhitlarining optimal tarkibini tanlay bilish kerak.

Yuza usulda ekilgan kallus to'qimalari oq, sarg'ish, yashil, qizil rangda bo'lib, ular aniq bir anatomik tuzilishga ega bo'lmagan amorf massaga ega. Kallus to'qimasi qaysi organ to'qimasidan olinganligiga qarab oldindan farqlanadi. Yuza ekilgan kallus to'qimalari asosan o'sayotgan turli shtammlar, liniyalar, mutantlar kolleksiyasi-ni ushlab turish uchun ishlatiladi. Ularni suyuq ozuqa muhitida o's-tirib o'simlik regeneratsiyasi uchun hujayra suspenziyalari olinadi.

Suyuq ozuqa muhitida o'stirilgan o'simlik hujayralari kultu-ralari suspenzion kulturalar deyiladi. Suyuq ozuqa muhitida kallus kulturalarining yuza ekish yoki o'stirish usuli bir qancha afzallikka ega.

1.Suyuq muhitda metabolizm va hujayra populyasiyasi o'sishiga turli ekzogen omillar bilan ta'sir etish mumkin.

2.Suspenzion kulturalar biokimyoviy va molekulyar-biologik tajribalar -- fermentlar induksiyasi, genlar ekspressiyasi, mutantlarni yaratish va ularni tavsiflash uchun qulay.

Suspenzion kulturalar uchun hujayralar kallus to'qimalaridan olinadi, so'ngra ular doimo aralastirilib turilgan suyuq ozuqa muhitiga o'tkaziladi. Suspenzion kulturalarni o'simlik to'qimala-ridan ham olish mumkin, faqat bu usul ko'p vaqt talab qiladi. Buning uchun eksplant hujayrasi avvalo birlamchi kallus hosil qilishi kerak, so'ngra esa u ozuqa muhitida ko'payib, suspenziya ko'rinishida o'sadigan hujayra liniyalari uchun manba bo'lib qoladi. Hujayra kulturalarida o'simliklar uchun xos bo'lgan birikmalardan, alkaloidlar, glikozidlar, polisaxaridlar, efir moylari, pigmentlar va boshqa moddalar bo'ladi. O'simlik hujayralaridan ferment prepa-

ratlarini ishlab chiqarish uchun mutant, gibrid yoki transformatsiyalangan hujayralarni klonal seleksiyasida izolirlangan hujayralar va regeneratsiyalangan protoplastlarni o'stirish tabiiy yoki sun'iy manbalardan qimmatli mahsulotlarni olish imkonini beradi.

Protoplastlarni ajratib olish

O'simlik protoplastlari – membrana bilan chegaralangan, ichki hujayraviy organellalari tarkibi saqlangan strukturaviy tuzilma bo'lib, unda faol metabolizm amalga oshadi hamda biosintez reaksiyasi va energiya transformatsiyasi ro'y beradi.

Protoplastlar asosan ikki xil usulda ajratib olinadi:

1. **Mexanik usul.** Ilk bor o'simlik protoplastlari 1892-yili Dj.Klerk tomonidan teloferez - suv o'simligi hujayrasida plazmoliz (sitoplazmani hujayra devoriga yaqin qavatini hujayraning qattiq qobigidan ajratilgani) hodisasini o'rganish jarayonida ajratib olingan. Buning uchun o'simlik to'qimasidan kesma olinadi va 0,1 M (molyar) li saxaroza eritmasiga solinadi. Protoplastlar "bujmayib" hujayra devoridan ajraladi, so'ng skalpel yordamida kesma kesiladi va protoplastlar muhitga ajraladi.

Mexanik usul ma'lum bir noqulayliklarga ham ega:

- a)oz miqdordagi protoplastlar ajraladi;
- b)faqatgina plazmoliz hodisasi ro'y beradigan to'qimalar tanlab olinishi kerak;
- v)yetuk to'qimadan protoplastlar qiyinchilik bilan ajratiladi;
- g)uzoq va qiyin boradigan metod.

2. **Fermentativ usul.** O'simlik protoplastlarini ajratish sohasida olib borilgan izlanishlar natijasida mexanik usulni takomillashtirib yangi uslublarning paydo bo'lishiga sabab bo'ldi. Bunga hujayra devorini fermentlar yordamida parchalashni misol qilib keltirish mumkin. Y.Kokin (1919-y.) tomonidan qo'ziqorin protoplastlari ajratib olingan. Bunda hujayra devori chig'anoqning oshqozon shirasi bilan buzilgan. Mikrobiologik tajribalarda protoplastlar hujayra devori lizotsim bilan buziladi. Protoplastlar fermentlar yordamida 1960-yili ajratib olingan. Mexanik usulga nisbatan fermentativ usul bir qancha afzalliklarga ega:

- a) bir vaqtning o'zida ko'p miqdorda protoplastlar ajratib olinadi;
- b) ajratib olingan protoplastlar osmotik bosimga uchramaydi;
- v) hujayralar deyarli jarohatlanmaydi;
- g) kam vaqt sarflanadi.

Hujayra devorini buzish uchun 3 xil fermentlar – sellulyoza, gemitsellyulaza va pektinazadan foydalaniladi. Bu komponentlar sellulyoza, gemitsellyuloza va pektin moddalari bo'lib, ular hujayra devorida turli nisbatlarda uchraydi. Shuning uchun ferment preparatlari va ularning nisbiy miqdori har bir holat uchun empirik tanlanishi kerak. Boshqacha aytganda, o'simlik hujayrasi protoplastlarini ajratib olish uchun optimal sharoitlar har bir to'qima uchun individual bo'lishi kerak. Shakllanayotgan protoplastlar ferment bilan ishlagandan so'ng ularni yuvib tashlanadi. Fermentlar, albatta, steril bo'lishi kerak. Muhitning osmotik xususiyatlaridan tashqari boshqa (protoplastlar qorong'ulikda yoki kam yoritilgan sharoitda ajratilishi,) sharoitlar ham tanlanishi kerak.

Protoplastlarni ko'paytirish

Protoplastlarni olish uchun ular avvalambor suyuq ozuqa muhitiga inkubatsiya qilinadi (ko'paytiriladi), keyin agarli ozuqa muhitiga ekiladi. Har ikkala usul ham ba'zi bir afzalliklar va kamchiliklarga ega. Birinchi holatda havo orqali gaz almashinuvi oson kechadi va modda almashinuvi mahsulotlari eritmaga oson diffuziyalanadi. Bundan tashqari o'sayotgan protoplastlarga istalgan konsentratsiyadagi yangi ozuqa muhitini qo'shish mumkin. Lekin bunda protoplastlar agregatsiyalanadi va ularning koloniyasini individual rivojlanishini kuzatib bo'lmaydi.

Ikkinchi metodda protoplastlarning ma'lum bir hajmi o'sha tarkibdagi 1%li eritilgan va sovutilgan agarli muhitga teng nisbatda qo'shiladi. Muhit qattiqlashgandan so'ng protoplastlar bir-biridan ajraladi. Bunda ularning individual rivojlanishi – hujayra devorining hosil bo'lishi, hujayralarning bo'linishi va keyingi o'zgarishlarni kuzatish mumkin. Metodning noqulayligi protoplastlarni agar bilan aralashtirilayotgan vaqtda uni jarohatlash mumkinligi va kerakligicha agarni sovuta olmaslikdir. Izolirlangan protoplastlar hujayra

devorini tiklagunga qadar bo'lgan qisqa vaqt ichida bir-biri bilan qo'shilishi mumkin. Bu jarayon nafaqat bir tipdagi o'simlik protoplastlararo, balki geterolik protoplastlararo bo'lishi ham mumkin. Shu usul bilan ikki turdagi tamaki o'simligini protoplastlarini qo'shib regeneratsiyalangan o'simlik olingan. 1978-yili esa kartoshka va pamidor o'simliklarining protoplastlari qo'shilgan. Buning natijasida pamidorning kasalliklarga chidamli faktorlari kartoshkaga ko'chirilgan. Protoplastlar olishning qulay usuli alohida protoplastlarni mikroizolyasiyalashdir. O'simliklar hujayra injenerligidagi muhim muammolardan biri bu protoplastlarni regeneratsiyasidir chunki protoplastlarda hujayra devorining sintezi ferment eritmasi olib tashlanishi bilanoq boshlanadi. Buni flyuoressent mikroskop yordamida ko'rish mumkin.

Agar hujayra devorining regeneratsiyasi keng tarqalgan bo'lsa, shakllangan protoplastlarning bo'linishi uchun qiyin bo'ladi. Undan ham qiyini ulardan yaxlit o'simlikni olishdir.

Protoplastlardan o'simlikning regeneratsiyalanishi ularning totipotentligidan dalolat beradi. O'simlik regeneratsiyasi embriogenez yoki kallusogenez jarayonida amalga oshiriladi.

Protoplastlarni qo'shish

Izolirlangan protoplastlar hujayra devorini tiklagunga qadar bo'lgan qisqa vaqt ichida bir-biri bilan qo'shilishi mumkin. Protoplast yosh to'qimalar yoki hujayralarning suspenzion kulturasidan olingan bo'lsa, bunday qo'shilish to'satdan ro'y beradi. Lekin bu jarayonni ma'lum bir moddalar qo'shib barqarorlashtirish mumkin va buning natijasida bir tipdagi o'simlik protoplastlarini emas, balki geterolik protoplastlarni ham qo'shishga erishilgan. Mazkur usul bilan ikki turdagi tamaki o'simligini protoplastlarini qo'shib regeneratsiyalangan o'simlik olingan. Kartoshka va pomidor o'simliklarining protoplastlari 1978-yili qo'shilgan. Buning natijasida pomidorning kasalliklarga chidamli faktorlari kartoshka ko'chirilganini biz yuqorida ta'kidlagan edik.

Protoplastlarni qo'shishda esa induktor sifatida ularni kuehli adgeziyalovchi polietilen glikol (PEG)dan foydalaniladi. Uning

yordamida o'simlik protoplasti va hayvon hujayrasining hamda o'simlik protoplasti va suv o'ti protoplastining gibridlari yaratilgan. Bu usulning kamchiligi shundaki, bir vaqtning o'zida ko'p miqdordagi protoplastlarni qo'shishning inkoni yo'q. Protoplastlarni qo'shishning usullari bir-biridan farq qilsa ham, natija bir xildir. Barcha metodlarning birinchi bosqichida protoplastlar agregatsiyalanadi. Keyin induktorlar ta'sirida membrana strukturasi o'zgartiriladi. Eritish-zaharlash metodi yordamida olib borilgan elektronmikroskopik tadqiqotlardan ma'lum bo'lishicha, membranalarning qo'shilishi ichki membranaviy tuzilmalardan holi bo'lgan joylarda ro'y beradi. Bunday uchastkalar lipid tabiatiga ega bo'lib, fazali bo'linish natijasida hosil bo'ladi. Elektrik impulslar yordamida qo'shish protoplastlar tegib turadigan membranasining dielektrik buzish natijasida ro'y beradi, hosil bo'lgan "teshikchalar" atrofida lipid molekulalari almashinib lipid ko'priklarini yaratishi mumkin. Natijada membranalar o'zaro qo'shiladi. Lipidlarning almashinuvi bilan kechadigan jarayonlar hujayra membranasini suyuq-mozaika strukturasi bilan bog'liqdir.

Somatik hujayralarning gibridizatsiyasi

Somatik gibridizatsiya – o'simliklar gibridini yaratishning yangi metodi bo'lib, bunda gibridlanayotgan hujayralar sifatida gametalar (reproduktiv hujayralar) emas, balki protoplastlar olinadigan o'simlikning tana hujayralari (somatik) qatnashadi. Protoplastlarni qo'shish bilan hujayra genomidan tashqari 2 ta turli sitoplazmalar ham qo'shiladi. Ko'pgina hollarda yuqori o'simliklarni protoplastlarini qo'shish natijasida yoki gibrid yoki sibirid hosil bo'ladi. Gibrid o'simlikda ikkala o'simlikning sitoplazmasi, yadro esa faqat bittasini bo'ladi.

Geterologik protoplastlarni qo'shayotganda qo'shishning kerakli mahsulotini ajrata olishga imkon beradigan mos markerni tanlash kerak. Bunday marker sifatida plastidalar, xususan xloroplastlar bo'lishi mumkin. Plastidalardan tashqari biokimyoviy yoki genetik markerlar (ya'ni izoenzimli tarkib, nuklein kislotalarning xususiyatlari, ma'lum bir moddalarga chidamlilik va xromosomalar

yoki hujayra kariotiplari soni) ham bo'lishi mumkin. Protoplastlar labil tuzilmalar bo'lgani uchun somatik gibridizatsiyalash yo'li bilan hujayraga begona materiallarni, hamda ularga izolirlangan DNK yoki boshqa hujayralarning organellarini kiritishning obykti bo'lishi mumkin. Hozirda yadro, xloroplastlar transplantatsiya qilingan.

5. MAHSULOTLARNI AJRATISH, TOZALASH VA MODIFIKATSIYALASH

Biotexnologik jarayonlarning oxirgi bosqichi – biomassani ajratish

Biotexnologik jarayonning yakuniy bosqichi butun mahsulotni ajratib olishdan iborat bo'lib, bunda yakuniy mahsulot o'zaro farqianuvchi, ozuqa muhiti suyuqligiga ajralib chiquvchi mahsulot yoki hujayra ichki qismida to'planuvchi biomassa holda mavjud bo'ladi. Hujayrada to'planuvchi yakuniy mahsulotni ajratish va tozalash jarayoni nisbatan qiyin kechadi. Buning uchun ko'paytirilgan hujayralar muhitdan ajratib olinadi, so'ngra hujayra buziladi va uning ichki qismidan yakuniy mahsulot ajratib olinadi hamda qo'shimcha moddalardan tozalanadi.

Jarayonda produtsent hosil qiluvchi mahsulot ozuqa muhitiga ekskretsiyalanganda uni ajratib olish osonlashadi. Shu sababli biotexnologiya sanoatida hosil qiluvchi foydali mahsulotni ozuqa muhitiga sekretsiyalovchi mikroorganizmlar shtammlarini yaratish muhim masala hisoblanadi.

Tayyor mahsulotni ajratish va tozalash jarayoni ma'lum darajada mahsulot tabiatiga bog'liq hisoblanadi. Lekin ba'zi hollarda ajratib tozalangan ko'rinishda faolligini yo'qotuvchi mahsulotlar, agar muhitdagi qo'shimcha moddalarning salbiy ta'siri kuzatilmasa, u holda tozalanmagan shaklda foydalaniladi. Ushbu usulda bir qator an'anaviy biotexnologik jarayonlarda mahsulotni ajratish va tozalash bosqichi amalga oshirilmaydi.

Tayyor mahsulotni uni ko'paytirilgan ozuqa muhitidan ajratib olish va tozalashning dastlabki bosqichi – suyuq ozuqa muhitini qismlarga bo'linib, hujayralar biomassasi separatsiya usuli orqali

ajratiladi. Bunda ajratilayotgan biomassa barqarorligini ta'minlash va ajratib olish jarayoni samaradorligini oshirish maqsadida separatsiya jarayonida bir qator maxsus ishlov berish ishlari amalga oshiriladi. Separatsiyaning turli xil usullari mavjud. Bular quyidagilardan iborat.

1. **Flotatsiya.** Bu usul produtsent hujayralarining namlikni tortish xususiyati kam bo'lgan hollarda, bioreaktor muhitining yuza qismida joylashganda qo'llaniladi. Bunda maxsus qurilmalar-**flotatorlar** yordamida produtsent ko'paytirilgan yuzada ko'pikli gaz pufakchalari yuzasiga yopishgan holdagi produtsentlar ajratib olinadi. Jarayonda qo'shimcha ko'pik hosil qilinishi flotatsiya jarayoni samaradorligini oshiradi. Bu mexanik usulda amalga oshiriladi. Bu usul biotexnologiya jarayonida iqtisodiy jihatdan arzonligi, davomiy ravishdagi jarayonlarda foydalanish imkoniyati yuqori ekanligi bilan ajralib turadi.

2. **Filtrlash.** Biotexnologiya sanoatida tayyor mahsulotni ajratib olishda qo'llaniladigan filtrlash usulida barabanli, tasmali, karusel usulida ishlovchi vakum filtrlar, press-filtrlar va membranali filtrlar barchasi biomassaning teshiklar orqali sizib o'tishda ushlanib qolishiga asoslangan. Bu usulning kamchiligi shundan iboratki, filtrlash jarayonida hujayralarning bir qismi filtrlarga tiqilib, ushlanib qoladi.

Davomiy ravishda ishlatiluvchi filtrlarga tiqilib qoluvchi biomassa maxsus pichoqlar yoki havo bosimi orqali tozalanib turiladi. Asosan bir martalik va ko'p martalik foydalaniladigan filtrlar ishlab chiqariladi. Masalan, biotexnologik sanoatda teflondan ishlangan, membranali filtrlardan juda maydalangan hujayra biomassasini ajratib olishda foydalaniladi. Biroq bu ko'rinshdagi filtrlarga oqsil, kolloid zarrachalar tez tiqilib qoladi. Bunda bu ko'rinshdagi filtrlarni mexanik usulda tozalash imkoni yo'q. Chunki mexanik tozalashda membranali filtrlar xususiyatlari keskin buziladi. Bu muammoni hal qilish maqsadida membranali filtrlarning yuza qismi kolloid zarrachalar yopishishiga qarshilik ko'rsatuvchi gidrofil qatlam bilan o'raladi yoki gidrolitik fermentlar bilan ishlov beriladi.

3. **Sentrifugalash.** Bu usul biotexnologiya sanoatida iqtisodiy jihatdan qimmat usul hisoblanadi va quyidagi hollardagina ishlatiladi:

- a) suspenziya juda kam tezlikda filtrlanganda;
- b) produtsent ko'paytirilgan suyuqlikdan iloji boricha ko'proq zarrachalarni ajratib olish kerak bo'lganda;
- c) separatsiya jarayonida ishlatiladigan filtrlar davriy jarayonlar uchun mo'ljallanganda, davomiy jarayonni ta'minlash lozim bo'lgan hollarda ushbu usuldan foydalaniladi.

Sentrifugalash va filtrlash usullari biotexnologik jarayonlarda ba'zan birgalikda ishlatiladi. Biotexnologik sanoatda shu bilan birga markazdan qochuvchi kuchlar ta'siridan foydalanishga asoslangan usuldan ham foydalaniladi. Bu usulda separator-sentrifuga qurilmasidagi tez aylanish hisobiga silindr devorlari va maxsus o'rnatilgan likobchasimon uskunalarga biomassa cho'kishi yuz beradi.

Hujayrani buzish usublari

Hujayrani buzish fizikaviy, kimyoviy va fermentativ usullar yordamida amalga oshiriladi. Sanoatda ko'pincha quyidagi fizik dezintegratsiya usullardan foydalaniladi:

- a) ultratovush yordamida;
- b) sinov va sanoat maqsadlarida ishlatiluvchi qurilmalarda qo'llaniladigan kurakli yoki vibratsiyali dezintegratorlardan foydalanish;
- c) shisha tayoqchalar yordamida qo'zg'atish orqali buzish;
- d) tor tirqishli teshik orqali yuqori bosim berish;
- e) sovutilgan massa bilan bosim o'tkazish;
- f) maxsus uskunalar yordamida qirqish;
- g) osmotik shokdan foydalanish;
- h) ko'p martalik muzlatish va ezish;
- i) hujayra massasini siqish va bosimni keskin pasaytirish (dekompressiya).

Fizikaviy dezintegratsiya usullari boshqa usullarga nisbatan iqtisodiy jihatdan qulayligi bilan xarakterlanadi. Biroq bu usullar yuqori darajada tanlovchanlik xususiyatiga ega ekanligi sababli olinadigan tayyor mahsulot hajmi kamayib ketishi kuzatiladi.

Ancha yengil va tanlangan usullar hujayra devorini kimyoviy va fermentativ buzishdan iborat. Masalan, bakteriya hujayrasi devori EDTA (etilendiamintetrauksus kislota) mavjud bo'lgan holatda lizotsim yordamida buziladi. A'chitqilarning devori esa

zamburug' yoki aktinomitsetlardan ajratib olingan fermentlar, shuningdek molyuska asosida ajratib olingan zimoliy ferment ta'sirida buziladi. Mikroorganizmlar hujayra devorini esa toluol yoki butanol yordamida buzish mumkin. Hujayraning elektiv lizisi polimiksin, novobiotsin yoki nistatin kabi antibiotiklar ta'sirida ham amalga oshadi. Shuningdek, ba'zan yuzaga faol ta'sirga ega moddalardan foydalaniladi.

Dezintegratsiya jarayonidan so'ngra hujayralar separatsiya, sentrifugalash yoki filtrlash jarayonidan o'tkaziladi. Bunda filtrlashda bir qism massa tashlab yuboriladi. Biroq tashlab yuboriladigan massani ham foydali maqsadlarda ishlatish mumkin.

Mahsulotni ajratish va tozalash

Tayyor mahsulotni ajratib olishda produtsent ko'paytirilgan suyuqlikdan ajratilib, dezintegratsiya amalga oshirilganda hosil bo'lgan gomogenat modda cho'ktirish, ekstraksiyalash yoki turli adsorbsiyalash usullari orqali ishlov beriladi. 4-rasmda o'smalarga qarshi antibiotiklar olishda qo'llaniladigan ajratib olish usullari aks ettirilgan. (80-betda)

Cho'ktirish usulida qizdirish, sovitish, konsentrlash kabi fizik usulardan, shuningdek kam eruvchan moddalarni cho'ktirish kabi kimyoviy usulardan foydalaniladi. Tabiiyki, amalga oshirilayotgan jarayon xususiyatlaridan kelib chiqib, kerakli reagent yoki ajratish usullari tanlanadi.

Ekstraksiya usuli qattiq fazadan suyuq fazaga o'tish yoki bitta suyuq fazadan ikkinchi suyuq fazaga o'tish ko'rinishida amalga oshiriladi.

Qattiq fazadan suyuq fazaga o'tish ko'rinishidagi ekstraksiyalash jarayoni oddiy, ya'ni mahsulotni birorta erituvchi ta'sirida suyuqlantirishga asoslangan. Bunda ko'pincha lipid va oqsil qismlarini tez erituvchi atseton kabi organik erituvchilardan foydalaniladi.

Bitta suyuq fazadan ikkinchi suyuq fazaga o'tish ko'rinishidagi ekstraksiyalashda alkilfenol, efirlar, galogenidlar, geksan, xloroform kabi organik erituvchilardan foydalaniladi. Ekstraksiya jarayonining quyidagi hollarda samaradorligi ortadi:

- 1) ekstraksiyalovchi agentdan ko'p marta foydalanilganda;
- 2) optimal ta'sirga ega erituvchining aniq tanlanishi;
- 3) ekstraksiyalanuvchi agent yoki ekstraksiyalanuvchi suyuqlikning isitilishi;

4) ekstraksiya qurilmasida bosimning pasaytirilishi, bunda harorat ham past bo'lishi talab qilinadi. Harorat pastligi ekstraksiya jarayonida mahsulot inaktivatsiyalanishiga qarshi ta'sir ko'rsatadi.

Mahsulotning to'liq inaktivatsiyasini ta'minlash maqsadida ekstraksiya jarayoni sovitilgan holatda, ya'ni kriоекstraksiya ko'rinishida amalga oshiriladi. Bunda qattiq va suyuq fazalar o'rtasidagi harorat tenglashtiriladi, ya'ni muzlatiladi. Bu jarayonda qaynash harorati juda past bo'lgan, xona haroratida bug' holatiga o'tuvchi eritmalaridan foydalaniladi.

Kriоекstraksiya usulidan hujayrani kriokonservalashda ham foydalanish mumkin. Bunda hujayra biomassasi uzoq vaqt davomida o'z xususiyatlarini saqlab qoladi va keyin undan tayyor mahsulotni ajratib olish mumkin.

Ba'zi hollarda ekstraksiyalovchi agent sifatida gazsimon moddalardan foydalaniladi. Bu qattiq fazadan gazsimon fazaga o'tish yoki suyuq fazadan gazsimon fazaga o'tish ko'rinishlarida amalga oshiriladi.

Adsorbtsiya usulida mahsulotni ajratib olishda ekstraksiya jarayonining bir qismi ko'rinishida amalga oshiriladi. Bunda ekstraksiyalovchi agent sifatida qattiq massadan foydalaniladi. Gazsimon yoki suyuq holdagi modda qattiq adsorbentga so'riladi. Adsorbent sifatida aktivlangan ko'mir yoki g'ovak loydan foydalaniladi.

Moddani ajratishning ancha zamonaviy usullariga **xromotografiya, elektroforez, izotoksoforez, elektrofokushlash** kabilar kirib bu usullarning barchasi ekstraksiya va adsorbtsiya jarayoniga asoslanadi.

Xromotografiya usulida moddalarni ajratish ikkita o'zaro farqlanuvchi fazalarning hosil bo'lishiga asoslangan. Xromotografiya usuli qog'ozda, plastinkada va kolonkada amalga oshiriladigan turlarga bo'linadi.

Qog'ozda yoki plastinkada amalga oshiriladigan xromotografiya usulida bir biriga aralashmagan holda eritmadagi birikmalar-

ning qog'oz yoki plastinkada harakatlanishiga asoslangan. Bunda ajratilayotgan modda *harakatlanuvchi fazani* tashkil qilsa, qog'oz yoki plastinkaga biriktirilgan silikagel kabi moddalar *harakatsiz fazani* vujudga keltiradi. Kolonkali xromatografiyada harakatsiz faza kolonkaga to'ldirilgan adsorbent - donador holatga keltirilgan geldan iborat. Harakatchan faza esa kolonka bo'ylab harakatlanuvchi eritmadan tashkil topgan. Kolonkali xromatografiya katta miqyosdagi jarayonlarda keng qo'llaniladi. Sanoatda bir necha xil kolonka xromatografiya usullaridan foydalaniladi:

Ion almashinuv xromatografiyasi usulida kolonkaga qarama-qarshi zaryadlangan ionlarni o'ziga biriktiruvchi, NH_2 kationlari yoki SO_4 anionlaridan iborat adsorbent bilan to'ldiriladi. Bu usuldan sanoatda eritmadagi ion holidagi moddalarni ajratishda, shuningdek, neytral va ion ko'rinishidagi moddalarni o'zaro ajratilishida foydalaniladi.

Molekulyar elak usuli gel - xromatografiya, gel - filtratsiya ko'rinishida bo'ladi. Bu usulda moddalar molekulyar massasiga ko'ra ajratiladi. Ya'ni, masalan adsorbent kichik molekulyar massali moddalarni ushlab qoladi va katta molekulyar massali moddalarni o'tkazib yuboradi.

Affin xromatografiya usulida- aralashma tarkibidagi ajratiluvchi modda kolonkaga biriktirilgan yoki to'ldirilgan maxsus modda bilan spetsifik tarzda birikma hosil qiladi.

Oqsil va oqsil bo'lmagan moddalarini ajratishda ko'p tarqalgan usul antigen va antitelolarning o'zaro ta'siriga asoslangan. Bu usul *immuno-affin xromatografiyasi* ham deb ataladi. Amaliyotda bu usulda monoklonal antitelolar ajratib olinadi. Bunga yorqin misol, odam interferonini ajratib olish hisoblanib, bunda jarayon bitta bosqichdan iborat va ajratilayotgan moddaning tozalik darajasi oddiy usullarda ajratishga nisbatan 500 martagacha ortadi. Affin xromatografiya usulida ba'zan guruh holidagi ligandlar ishtirok etadi. Masalan, bu kabi ligandlarga ferment kofaktorlari va ularning analoglari kiradi. Shu bilan birga yuqori darajada tanlovchanlik asosida ta'sirlashuvchi bir qator guruh moddalardan keng foydalaniladi. Masalan, to'qimachilik sanoatida ishlatiluvchi alkil yoki aril guruhiga kiruvchi moddalarni ajratishda ushbu ko'rinishdagi usuldan foydalaniladi.

Boshqa usullarda ajratilganda bir necha bosqichlarni talab qiluvchi jarayonlar affin xromatografiyasi usulida birgina bosqichda ajratiladi. Shu bilan birga bu usul bir qator kamchiliklarga ham ega. Masalan, kolonka tez tez yuvilib turilishi talab qilinganligi sababli jarayon davomiy emas, davriy ravishda amalga oshiriladi. Affin xromatografiya usulining sanoat miqyosida keng qo'llanilishida affinli pretsipitatsiya va affinli bo'yash kabi tiplar keng ishlatiladi.

Affinli pretsipitatsiyada ajratiluvchi modda va uni biriktiruvchi modda erigan holda bo'ladi va birikma cho'kmaga tushgandan so'ng ajratib olinadi. Ba'zan pretsipitatsiya jarayonini tezlashtirish uchun chukmaga tushishni oshirish maqsadida elektrolitlardan foydalaniladi.

Affinli bo'lish usulida ajratiluvchi tizimda ikkita o'zaro farqlanuvchi organik polimerlar va ular biriktiruvchi moddalar mavjud bo'ladi. Masalan, oqsil va nuklein kislotalar ushbu usulda ajratilib, bunda biriktiruvchi moddalar sifatida polietilen va dekstran ishlatiladi.

Biotexnologik jarayonlarda xromatografiya bilan birgalikda elektroforez va uning modifikatsiyalangan usullaridan keng foydalaniladi. Elektroforezda ajratiluvchi moddalar kuchli elektromagnit maydon ta'siriga nisbatan haraktlanishi orqali ajratib olinadi. Zamonaviy elektroforez qurilmalarida, xromatografiya usulida qo'llanilganligi kabi kolonka va plastinkalarga shimdirilgan agaroz, poliakrilamid, sefaroza, oksiapitat gellaridan foydalaniladi.

Elektroforezning modifikatsiyalangan usullaridan biri izoelektrik fokuslash yoki elektrofokuslashdan iborat. Bunda kolonkada ajratilayotgan moddalar kislota-asos xossalari asoslaniladi. Ya'ni elektr maydonida zarrachalarning gel bo'ylab anod yoki katodga tomon harakatlanishi jarayonida ma'lum bir qiymatda, muhitda rN- ko'rsatkichi o'rnatilgan zonada, ya'ni izoelektrik nuqtada elektroneytrallashib, o'z faolligini yo'qotadi va to'xtaydi. Ushbu ko'rinishda gel zonalarida, alohida joylarda, alohida moddalar yig'iladi yoki fokuslanadi.

Mahsulotni konsentrlash

Mahsulotni ajratib olishda konsentrlash bosqichi qaytar osmos, sentrifugalash va bug'latish orqali amalga oshiriladi. Oavtar osmos usulida eritma yarim o'tkazuvchan membranadan iborat xaltaga joylanib, uning tashqi qismida eritmadagiga nisbatan osmotik bosim farqi vujudga keltiriladi. Natijada eritma bosim ostida tashqi muhitga chiqa boshlaydi va modda konsentrlanadi. Ultrafiltratsiya usulida moddani konsentrlash membranali filtrlardan foydalanib amalga oshiriladi. Ultrafiltratsiya usuli tashqi bosimning yuqori bo'lmisligi, nisbatan iqtisodiy samaradorligi kabi xususiyatlari bilan ajralib turadi. Shu bilan birga bu usulda muhit rN ko'rsatkichini o'zgartirish, fazalarga o'tish kabi jarayonlar amalga oshirilmaydi. Shu sababli, bu usuldan kam barqarorlikka ega moddalar, bir qator aminokislotalar, antibiotiklar va fermentlarni konsentrlashda foydalaniladi. Bug'latish orqali konsentrlash usuli ancha qadimiy usul hisoblanib, bir qator kamchiliklarga ega. Bunda eritmadan suyuqlikning chiqarib yuborilishi uchun qizdirish talab qilinadi va bu usuldan ko'pincha laboratoriyalarda foydalaniladi. Sanoat miqyosida vakumli bug'latish usulidan foydalanilib, bunda konsentrlash jarayoni tez boradi. Bug'latish orqali konsentrlashda asosan suv bug'idan, ba'zan esa elektr isitish moslamalari va suyuq holdagi issiqlik manbaalaridan foydalaniladi.

Bug'latish usulidan foydalanishning yakuniy mahsulot sharbat holida, ya'ni suyuq ko'rinishda bo'lib talab qilinadigan hollarda biroz kamaytiriladi. Bunda eritma takrikibidagi ortiqcha suyuqlikni ajratishda qaytar osmos, ultratsentrifugalash yoki bug'latish usullaridan foydalaniladi.

Mahsulotni quritish

Biotexnologiyada mahsulotni quritishda uning turli xil fizik va kimyoviy, biologik xossalari, qovushqoqligi, agar mahsulot tirik organizmlar majmuasidan iborat bo'lsa ularning tirikligining saqlanishi kabi xususiyatlarini hisobga olgan holda turli xil usullardan foydalaniladi. Samarali quritish usullaridan biri biorekator tag

smidagi maxsus teshik orqali bug‘, tutun hosil qiluvchi gazlar yoki havo oqimining kuchli bosim ostida kiritilishi va mahsulotning ko‘piruvchi eritmada bug‘lanishidan iborat. Bunday quritish usulnamasi gaz reaktoriga o‘xshab ketadi. Bu usulning ijobiy xususiyatlarini davomiy ravishda amalga oshirish imkonini ta’minlaydigan shuningdek massa-issiqlik-almashinuv jarayonini idora qilish qulayligi hisoblansa kamchiligi bug‘lanuvchi mahsulotning quritish qurilmasi devorlariga yopishib qolishi hisoblanadi.

Mikrorganizmlardan iborat aralashmani quritishda barabanli quritish qurilmalaridan foydalaniladi. Bunda baraban ko‘rinishidagi diskunalar aralashma o‘rta qismiga o‘rnatiladi va aylanma harakati ta’minlanadi. Baraban tekisligiga yopishadigan mikroorganizmlar qurilgan holatga o‘tadi va maxsus pichoqlar yordamida qirib olinadi.

Juda chidamli, labil xususiyatga ega mahsulotlarga esa past bosim va xaroratda quritish shkaflarida ishlov beriladi. Biotexnologiyada ko‘p ishlatiladigan quritish shkaflarining aksariyati maxsus qurilmalar yoki aylanuvchi disklar orqali aerozol ko‘rinishida 110-120°C gacha qizdirilgan gazning quritish kamerasiga yuborilishi ta’minlanadi. Bu ko‘rinishdagi quritish jarayonida mikroorganizmlarning yashovchanligi 20-30 % dan oshmaydi va albatta quritilgan mahsulot uchun talab qilinadigan kerakli sifat ko‘rsatkichi emas.

Liofil quritish shkaflaridan ham keng foydalanilib, bu tipdagi quritish qurilmalari asosan tibbiyotda qo‘llaniladigan ancha labil xususiyatli preparatlarini quritishda ishlatiladi. Bunda preparatlar qurilgan darajada muzlatiladi va tarkibidagi suv muzlatilgan holatda yuqori vakumda bug‘latiladi.

Mahsulot modifikatsiyasi

Turli xil modifikatsiya usullari tayyor mahsulotning yakuniy ko‘rinishining talab qilingan holatda bo‘lishini ta’minlaydi. Masalan, penitsillin savdoga chiqariladigan holatda, ya’ni yarim sintetik preparatlar ko‘rinishida modifikatsiyalanadi. Bir qator hollarda yakuniy mahsulot aniq bir strukturaga ega bo‘lishi talab qilinadi va bunda kimyoviy usulda kerakli komponent qo‘shiladi. Ba’zida

biologik obyektlardan tayyor mahsulot sintezini ta'minlovchi kimyoviy jarayonning ma'lum bir bosqichida foydalaniladi.

Modifikatsiyalash ko'plab tibbiyot maqsadlarida foydalaniladigan fermentlar, garmonlar va shu kabi moddalarni ishlab chiqarishning asosiy bosqichlaridan biri hisoblanadi. O'simlik, hayvon va mikroorganizm hujayralari asosida olinadigan biotexnologik mahsulotni albatta kerakli ko'rinishda modifikatsiyalash lozim bo'ladi. Masalan, buqa insulini odam uchun foydalaniladigan ko'rinishda bo'lishi uchun uning tarkibidagi aminokislota qoldiqlari olib tashlanishi talab qilinadi.

Mahsulotni barqarorlashtirish

Hosil qilingan yakuniy mahsulotni saqlash, iste'molchiga yetkazish jarayonida buzilishining oldini olish uchun kimyoviy, fizik usullar yordamida uning barqarorligi oshiriladi. Quritish jarayonida ko'pirtirish usuli bir qator fermentlarning harorat o'zgarishlariga nisbatan barqarorligi ortishiga olib keladi. Shuningdek fermentlarni barqarorlashtirish bu preparatlar tarkibiga glitserin yoki uglevodlar qo'shilish orqali amalga oshiriladi. Bunda ushbu moddalar molekulasi bilan ferment molekulasi o'rtasida vodorod bog'lanishlar hosil bo'ladi va fermentning harorat ta'sirida denaturatsiyalanishga nisbatan barqarorligi ortadi.

Ba'zi hollarda tayyor mahsulotni barqarorlashtirish oddiy fizik-kimyoviy usullardan tashqari murakkab biotexnologik ishlov berishni talab qiladi. Masalan, bunga misol qilib tuxum sarig'i asosida tayyorlanadigan melanja mahsulotiga ishlov berishni ko'rsatish mumkin. Bunda melanja tarkibidagi uglevodlar mahsulotning uzoq saqlanishiga qarshilik ko'rsatadi va uning barqarorligini oshirish maqsadida mahsulotga propion kislotali bakteriyalar bilan biotexnologik ishlov beriladi. Bunda propion kislotali bakteriyalar melanja tarkibidagi uglevodlarni parchalaydi va shuningdek mahsulotni qimmatli organik kislota va vitaminlar bilan boyitadi, natijada mahsulotning saqlanish muddati ham uzayadi.

6. BIR HUYAYRALILARDAN OQSIL ISHLAB CHIQRISH TEXNOLOGIYASI

Bir hujayralilar oqsilidan foydalanish va uning taksikologiyasi

Insoniyat oldida turgan eng muhim muammolardan biri rivojlanayotgan mamlakatlarda aholi sonining keskin ortishi hisoblanadi. 1988-yilda 4 mlrd aholini oziq-ovqat bilan ta'minlash kerak bo'lgan bo'lsa, 2000-yilga kelib oziq-ovqatga ehtiyojmand aholi soni 6 mlrd ga yetdi. Hozirgi kunda qishloq xo'jaligining tez rivojlanishi bilan o'sib borayotgan aholining oziq-ovqatga bo'lgan, asosan oqsillarga bo'lgan ehtiyojini to'liq qondirib bo'lmaydi. Butun jahon oziq-ovqat va qishloq xo'jaligi tashkiloti bergan statistik ma'lumotlarga ko'ra, hozirgi kunda kam rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda aholining oqsilga bo'lgan talabi to'liq qondirilmaydi. Hozirda yer yuzida asosan qishloq xo'jaligida foydalaniladigan ekin maydonlari kam hosil beruvchi, iqlimi noqulay mamlakatlarda istiqomat qiluvchi aholining 25% oziq-ovqat yetishmovchiligi sharoitida kun kechirmoqda.

Dunyo miqyosida qishloq xo'jaligida mahsuldorlik ko'rsatkichlari yildan yilga ortib borishi kuzatilmoqda. Shuning bilan bir qatorda unga qo'shimcha tarzda oziq-ovqat mahsulotlarini biotexnologik usullarda ishlab chiqarilishi ko'zda tutilmoqda. Biroq shunda ham Hindiston, Indoneziya kabi bir qator mamlakatlarda oziq-ovqat importi darajasi yuqoriligi saqlanib kelmoqda. Bunga sabab yildan yilga ekologik muhitning yomonlashib borishi, yirik urushlar oqibati va qishloq xo'jaligida yerlardan foydalanishning noto'g'ri loyihalashtirilishi kabilar hisoblanadi.

Mutaxassislarining fikriga ko'ra, dunyo miqyosida oqsil yetishmovchiligi yiliga 30-35 mln. tonnani tashkil qiladi. Shuningdek, go'sht mahsulotlariga nisbatan parhez qilish natijasida ba'zi mamlakatlarda don mahsulotlari va go'sht mahsulotlariga bo'lgan talab o'rtasida muvozanat buzilishi ro'y bergan. Bunda agar bitta odamning don mahsulotlariga bo'lgan talabi 3-10 kg ga ortsa, bu miqdor qishloq xo'jaligida 1 kg go'sht hosil qilish bilan barobar hisoblanadi.

Shuning uchun oqsil tanqisligining oldini olish maqsadida qo'shimcha manbalarni izlash ustida hozirgi paytda tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda. Masalan, hozirgi kunda dunyo miqyosida tarkibida oqsil miqdori yuqori bo'lgan donli ekin turlarini yaratish va iqlimlashtirish, ularning ekin maydonlarini ko'paytirishga qaratilgan ishlar amalga oshirilmoqda. Bundan tashqari, aholini oqsillarga bo'lgan talabini qondirish uchun biotexnolog usullar yordamida mikroorganizmlardan oqsil sintezlashga katta e'tibor berilmoqda. Bu yo'nalish *bir hujayralilar oasilini ishlab chiqarish (SCP)* deb nomlanadi va bunda ko'pincha bir hujayrali mikroorganizmlar, ipsimon zambrug'lar, shuningdek ko'p hujayrali o'simlik va hayvon hujayralardan foydalaniladi.

“Yeyiladigan mikroblar” termini biroz noqulay eshitilsa-da, bir qator mikroorganizmlar, jumladan zamburug'larning oziq-ovqat sifatida takrorlanmas ta'mga ega ekanligi hozirgi kunda sir emas. Lekin, bu ko'rinisdagi oziq-ovqat mahsulotidan ba'zi bir mamlakatlar aholisi keng miqyosda foydalansa-da, ba'zilar bu ko'rinisdagi mahsulotlarni yeyish mumkin emas deb hisoblaydilar.

Hozirgi vaqtda zamburug'lardan oziq-ovqat sifatida foydalanish ko'pgina mamlakatlarda keng tarqalgan bo'lsa-da boshqa turdagi mikroorganizmlardan bu maqsadda foydalanish ustida biotexnologik izlanishlar olib borilmoqda. Keyingi o'n yilliklar davomida mikroorganizmlardan qishloq xo'jalik hayvonlari uchun ozuqa sifatida foydalanish rivojlantirilmoqda. Kelgusida bir hujayralilar oqsilidan foydalanib qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun ozuqa yaratish taxmin qilinmoqda.

Mikroorganizmlardan oqsil manbai sifatida foydalanishda ularning o'simlik va hayvon hujayralariga nisbatan o'sish tezligi yuqoriligi, biomassa to'plash xususiyatining 500-5000 marta yuqoriligi, shuningdek mikroorganizmlarnig oqsilni ko'p miqdorda hosil qila olish xususiyati qo'l keladi. Masalan, massasiga nisbatan achitqilar 60% gacha, bakteriyalar 75 % gacha oqsil to'plash xususiyatiga ega. Mikroorganizmlar bioreaktorda 30-40°C bo'lgan nisbatan past haroratda, rN-ko'rsatkichi 3-6 ga teng va 0,1 MPa bosimda ham ko'paya oladi.

Shunday ekan, kelgusida mikroorganizmlardan orzon va sifatli oqsil olish hamda uni qishloq xo'jaligi hayvonlariga berib,

ulardan nisbatan arzon, kam sarf- xarajat qilib, aholi uchun go'sht, tuxum mahsulotlarini yetishtirish mumkin.

Hozirgi kunda bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish orqali biotexnologiyada sanoat miqyosida oziq-ovqat qo'shimchalari, qishloq xo'jaligi hayvonlari va parrandachilikda ishlatiladigan sifatli, to'yimli ozuqalar ishlab chiqarilmoqdi. Dunyoda bu yo'nalishda juda ko'plab yirik kompaniya va birlashmalar faoliyat olib borayotir.

Bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda sintezlanayotgan oqsilning tarkibi muhim ahamiyatga ega hisoblanadi. Bir hujayralilar oqsili tarkibida aminokislotalardan tashqari nuklein kislotalar, vitaminlar, uglevodlar kabi bir qator organik birikmalar mavjud bo'ladi. Odam organizmi oziq-ovqat sifatida qabul qilingan moddalar tarkibidagi nuklein kislotalarni parchalash xususiyatiga ega emas. Shu bilan birga qishloq xo'jalik hayvonlari uchun ozuqa sifatida ishlatilishdan oldin bir hujayralilar oqsili maxsus ishlov berilishni talab qiladi.

Bir hujayralilar asosida sintezlangan oqsil kuchsiz hidga egaligi, uzoq muddatga saqlanish xususiyatining mavjudligi, undan oziq-ovqat sifatida foydanish imkoniyatlarini oshiradi. Shu bilan birga bir hujayralilar oqsili suvli muhitda yashovchi qisqichbaqasimonlar, kravetka, forel kabi baliqlarni ko'paytirishga mo'ljallangan fermalar uchun qulay, arzon va oqsilga boy ozuqa hisoblanadi. Mikroorganizmlar mahsuldorligi yuqori bo'lib, 250 gramm achitqining mahsuldorligi 250 kg qoramolning mahsuldorligiga teng hisoblanadi. Ya'ni, bitta qoramol bir kunda 200 gramm massa hosil qilsa, achitqi bu vaqt ichida, agar qulay sharoit yaratib berilsa, 25 tonna biomassa hosil qiladi. Biroq qoramol tabiiy oqsil manbai hisoblangan o'simliklardan yemish sifatida foydalanib, qimmatli oziq mahsuloti sut hosil qiladi. Uzoq yillik izlanishlar davomida qoramolga raqobatlasha oladigan darajadagi mikroorganizm topish ustida olib borilgan izlanishlar samara bermadi. Qoramolga o'z-o'zini idora qiluvchi, tirik "yeyiladigan fermentor" sifatida qaraladi. Shu sababli biotexnologiyada qoramolni mikroorganizmlarga almashtirish masalasi uzoq vaqtlar davomida ochiq qoldirilsa kerak.

Bir hujayralilar oqsilidan foydalanish va uning toksikologiyasi.

Biotexnologiya sanoatida bir hujayralilar oqsilidan foydalanish masalasi dunyoda geografik, siyosiy, iqtisodiy, ijtimoiy va ruhiy omillarga bog'liq hisoblanadi. Bir hujayralilar oqsilini sintezlash jarayonida muammolardan yana biri jarayon toksik xususiyatlarining yuqoriligi hisoblanadi. Masalan, ozuqa muhiti sifatida neft mahsulotlaridan foydalanilganda n-parafinlar kanserogen, ya'ni xavfli o'sma kasalligini keltirib chiqaruvchi ta'sirga ega bo'lishini ham hisobga olish lozim. Yoki ozuqa muhiti tarkibida og'ir metall ionlarining mavjud bo'lishi, mikotoksinlar, ma'lum bir zambrug'lar ta'sirida zararlanish ehtimolligi ortib boradi. Shuning uchun biotexnologik jarayonlarda foydalanilayotgan produtsent va ozuqa muhiti toksik xususiyatlarga ega bo'lmasligi, shuningdek jarayon davomida va yakuniy mahsulot tarkibida toksik moddalarning vujudga kelishini tinimsiz kuzatib borilishi kerak.

Bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda yana bir muammo yaratilgan oqsilni aholining ijtimoiy, ruhiy, diniy holatidan kelib chiqib iste'mol qilishda turli xil qarama-qarshi fikrlar yuzaga keladi.

Bu masala yechimida aholi qatlamlarining an'anaviy taomlari turlarini hisobga olgan holda, sintez qilingan bir hujayralilar oqsili kam miqdorda oziq-ovqat mahsulotlariga aralashtirib iste'mol qilinishi mumkin. Chunki bir hujayralilar oqsili ko'rinishi, ta'mi va konsistensiyasi bilan odatdagi oziq-ovqat mahsulotlaridan keskin farq qiladi. Ushbu muammolarni hisobga olib hozirgi kunda biotexnologik usulda yaratilgan bir hujayralilar oqsilidan, asosan baliqlar, qushlar qishloq xo'jaligi va uy hayvonlari uchun ozuqa sifatida foydalaniladi. Hozirgi kunda *Ranks Hovis McDougall/ICI* kompaniyasi tomonidan odam iste'mol qilishi uchun zamburug' oqsili sintezlandi.

Bir hujayralilar oqsilini sintezlash va undan keng miqyosda amaliyotda foydalanishda biotexnologik sanoat usullarini takomillashtirish, shuningdek aholi o'rtasidagi turli xil siyosiy, ijtimoiy qarashlarni ijobiy tomonga o'zgartirish ustida ancha ishlashga to'g'ri keladi. Bir hujayralilar oqsilini neft mahsulotlaridan substrat

sifatida foydalanib, ishlab chiqarish va jarayonning toksik ta'sirini yo'qotish muammolari yechimi bu yo'nalishda olib borilayotgan ishlarni ijobiy tomonga siljishiga katta ta'sir ko'rsatadi. Hozirgi kunda Angliya, Italiya, Yaponiya kabi mamlakatlarda bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish biotexnologiyasi yo'nalishida bir qator samarali loyihalar amalga oshirilgan. Bunda etanol, metanol kabilarni ishlab chiqarilishi yoki boshqa shu kabi ishlab chiqarish jarayonlarida organik chiqindilardan toksik bo'lmagan holatda bir hujayralilar oqsilini sintezlash jarayonida substrat sifatida foydalanishni kengaytirish ustida ish olib borilmoqda.

Yuqori quvvatli substrat asosida bir hujayralilar oqsilini olish

Biotexnologiyada bakteriya va achitqilar bilan birgalikda neft-gaz, metanol, etanol, metan va n-alkanlardan xomashyo sifatida foydalanish masalasi muhim hisoblanadi. Bu masala ustida ko'plab neft kompaniyalari va ilmiy laboratoriyalarda tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda. Metan gazi bu maqsadda ko'p ishlatiladi, ammo bu jarayon bir qator qiyinchiliklar tug'diradi. Bunda metanoldan foydalanish bir qator afzalliklarga ega hisoblanadi. Buyuk Britaniyada ICI kompaniyasi tomonidan bakteriya ko'paytirishda metanoldan foydalanish maqsadida 75 000 litr hajmli yirik miqyosdagi fermentatsiya jarayoni ishlab chiqilgan. Germaniyada *Hoechst*, Yaponiyada *Mitsubishi* kompaniyalari ham achitqi va bakteriyalarni ko'paytirishda ushbu ko'rinishdagi texnologiyadan foydalanadi.

ICI kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariluvchi prutin mahsuloti qishloq xo'jalik hayvonlari uchun ozuqa manbai sifatida ishlatiladi. Metanoldan bir hujayralilar oqsilini olish jarayonida uglerod manbai sifatida foydalanish n-parafinlarga nisbatan afzalliklarga ega. Masalan, metanol suvli muhitda yetarlicha miqdorda yaxshi eriydi, shuningdek qo'shimcha zararli moddalar hosil qilmaydi. Shuningdek, bu jarayonning samaradorligi bevosita texnik jihatdan to'g'ri yondoshishga ham bog'liq hisoblanadi.

ICI kompaniyasi tomonidan prutin ishlab chiqarilishi kabi texnologiya faqat G'arb davlatlarida mavjud bo'lib, hozirgi vaqtda

bu usulning iqtisodiy samaradorligi pasayib ketgan. Chunki metanolning narxi foydali mahsulot chiqimining 50 % ini tashkil qiladi. AQSHda metanol asosida ishlab chiqarilgan bir hujayralilar oqsilining narxi baliq uni asosida ishlab chiqarilganiga nisbatan 2-5 marta yuqori hisoblanadi. Bir qator O'rta Sharq mamlakatlarida baliq unidan foydalanishga nisbatan metanoldan foydalanish biotexnologik jarayonlarda bir hujayralilar oqsilini yaratishda iqtisodiy jihatdan samarali hisoblanganligi uchun prutin ishlab chiqarish texnologiyasidan keng foydalaniladi.

70-yillarda Sobiq Ittifoqda neft mahsuloti nisbatan arzonligi sababli n-parafindan bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarilishida keng foydalanilgan. Shuningdek, Novopolotskida joylashgan bitta yirik zavod *Candida* turiga kiruvchi achitqilarni ko'paytirishga moslashtirilgan. Ba'zi yillarda qishloq ho'jaligi sanoatida ishlab chiqarilgan bir hujayralilar oqsili quruq massasi qiymati jihatidan bir mln tonnagacha yetgan. 80-yillarga kelib soya oqsiliga nisbatan mikroorganizmlar asosida ajratib olinadigan oqsil narxi 2 marotaba oshganligi sababli barcha zavodlar ishi to'xtab qolgan.

1960-1970-yillar davomida metanoldan substrat sifatida foydalanib, bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish jarayonida fermentativ texnologiyaning tadbiiq etilishi katta turtki berdi.

Odam uchun oziq-ovqat sifatida qo'llaniluvchi bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda biotexnologiyada etanol keng miqyosda ishlatiladi.

Chiqindilardan oqsil olish texnologiyasi

O'simlik chiqindilari, sitrus mevalar chiqindilari, sut zardobi va shuningdek qishloq xo'jaligi hayvonlari chiqindilarini qayta ishlash texnologiyasi biotexnologiyada muhim masalalardan biri hisoblanadi. Ba'zi joylarda bu ko'rinishdagi chiqindilarning yetarli miqdorda to'planib qolishi atrof-muhitning ifloslanishiga jiddiy ta'sir ko'rsatadi. Shu sababli bu ko'rinishdagi chiqindilarning qayta ishlanishi bevosita atrof-muhit tozaligiga qaratilgan bo'lsa, ikkinchi tomondan qo'shimcha foydali mahsulot yaratishga qaratilgan. O'simlik chiqindilari tarkibida uglerod miqdorining ko'pligi bir

hujayralilar oqsili sintezida qulaylik yaratadi va mahsulot yaratish jarayoni arzonlashishiga olib keladi.

O'simlik chiqindilari asosida bir hujayralilar oqsilini yaratish texnologiyasida bu chiqindilarning ijobiy jihatlardan yana biri mikroob konversiyasida ishlatilishining qulayligi va xom ashyoning ko'pligi, arzonligi hisoblanadi. Sanoat miqyosida bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish jarayonida quyidagi mikroorganizm turlari va substratlardan foydalaniladi: *Sarcharomyces cerevisiae* turi uchun substrat sifatida melassa, *Kluyeromyces frgilis* mikroorganizmi uchun pishloq ishlab chiqarishda ajratiladigan sut zardobidan foydalaniladi. Kraxmal sanoati chiqindilaridan esa *Endomycopsis fibuligera* va *Candida utilis* achitqi turlariga substrat sifatida foydalaniladi. Bunda achitqilar hosil qiluvchi oqsil qishloq xo'jalik hayvonlari, jumladan cho'chqa, buzoqlar, parranda jo'jalari uchun qimmatli ozuqa hisoblanishi tajribalarda isbotlangan. Kuzatishlarga qaraganda, bu ko'rinishdagi ozuqa yordamida o'stirilganda biomasaning tez ortishi qayd qilingan va qo'shimcha ta'sirlar kuzatilmagan.

Biotexnologiyada e'tiborga sazovor jarayonlardan biri qishloq xo'jalik chiqindilari, yog'och gidrolizatlarini, meva chiqindilari, sut zardobi yoki melassa uglevodlarining fermentativ ishlov berilishi asosida yangi zamburug' oqsilidan iborat mahsulot - *Pecilo* yaratilishi hisoblanadi. Bu mahsulot aminokislota va vitaminlarga juda boyligi bilan ajralib turadi. *Pecilo* - protein qishloq xo'jaligida cho'chqalar, buzoqlar, kurkalar uchun qimmatli ozuqa manbai hisoblanadi va tinimsiz ravishda ishlab chiqarilishi yo'lga qo'yilgan. Uni ishlab chiqaruvchi produtsent mitseliyli zamburug' hisoblanib, tayyor mahsulot fibroz tuzilishga egaligi sababli qo'llanilishi oson.

Britaniya kompaniyasi *Ranks Hovis McDoudall* va *ICI* kompaniyalari birgalikda jahon bozoriga yana bir mahsulot, oddiy uglevodlar asosida ko'paytiriluvchi *Fusarium* zamburug'i oqsili *mycoprotein* chiqarishmoqda. Boshqa turlaridan ancha farqlanuvchi mikoprotein tipidagi oqsil odam ovqatining qo'shimcha mahsuloti sifatida ham ishlatiladi. Bu mahsulot davomiy tarzdagi fermentatsiya jarayoni asosida ishlab chiqariladi. *Ranks Hovis McDoudall* kompaniyasi *Fusarium* zamburug'i oqsilini ishlab chiqarish va uni sanoatga joriy qilish maqsadida 20 yil davomida izlanishlar o'tka-

zib, bu jarayonda 40 mln. funt sterling qiymatidagi mablag' sarflangan. Bunda dastlab bir martalik o'stirishdan foydalanilgan bo'lsa, keyinchalik davomiy o'stirish usulidan foydalanila boshlandi. Bu loyihaning amalga joriy qilinishi natijasida nafaqat mikroorganizm biomassasi, balki foydali oziq-ovqat mahsuloti ham yuzaga keladi.

Qishloq xo'jaligi va o'rmon xo'jaligida qurilish materiali hisoblangan yog'och tarkibidagi selluloza yaqin kelajakda biotexnologiya sanoatida bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish jarayonida asosiy xomashyolardan biriga aylanishi kutilmoqda. Selluloza va uning lignin bilan hosil qilgan birikmasi biologik konversiya jarayonida aylanuvchi asosiy mahsulot hisoblanadi. Ko'plab tadqiqot laboratoriyalarida selluloza tarkibidagi lignindan iborat himoya tizimini parchalashning samarali usullarini ishlab chiqish ustida tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda.

Ligninselluloza tarkibidan ligninning ajratilishi undan kavsh qaytaruvchi qishloq xo'jalik hayvonlar uchun ozuqa sifatida foydalanish imkoniyatini oshiradi. Shu yo'l bilan yog'och asosida qishloq xo'jaligida foydali ozuqa xom ashyosini yaratish mumkin bo'ladi.

Ko'pgina zamburug'lar uzoq vaqt davomida odanning oziq-ovqatida ishlatilib kelingan va ular asosan ligninselluloza materiallarida o'sadi. Bu ko'rinishdagi jarayon texnologik jihatdan kam quvvat talab qiladi. Shuningdek bu jarayonning samaradorligi tanlangan substrat, produtsent, hosil qilinayotgan mahsulot yoki jarayonda tanlangan uslubga ham bog'liq hisoblanadi. Ko'pincha bir hujayralilar oqsilini olishda suyuq fazali fermentatsiyadan foydalanilsa, sellulozani degradatsiyalashda fermentatsiya jarayonida suyuq faza kamaytiriladi, ya'ni jarayon qattiq fazali fermentatsiya sharoitida olib boriladi.

Ko'pgina mamlakatlarda *Agaricus lisporus* zamburug'ini ko'paytirish maqsadida qishloq xo'jaligida soloma ot go'ngi bilan qo'shib kompost tayyorlanadi. Masalan, Britaniyada har yili 300 000 tonna soloma zamburug' ko'paytirish maqsadida kompost tayyorlashda ishlatiladi. Biokimyoviy injeneriya usullari asosida mikroorganizmlardan foydalanib tayyor mahsulot yaratishda ko'p miqdorda biomassa to'plash qishloq xo'jaligi ishlab chiqarishiga o'xshab ketadi. Biroq, zamburug'larni ko'paytirish jarayoni biotex-

nologiyada bu yo'nalishda yangi, zamonaviy usullarni ishlab chiqishni taqozo etsa-da, hozirda bu usul yordamida ko'plab mamlakatlarda sun'iy ravishda yeyiladigan zamburug'lar yetishtiriladi. Bu yo'nalishdagi ishlarni rivojlantirish bevosita mutaxassislarning bilim va ko'nikmalariga bog'liq hisoblanadi. Kam rivojlangan va rivojlanayotgan mamlakatlarda mutaxassislarning yetishmasligi yoki bilim darajasining yetarli emasligi natijasida yangi biotexnologik usullar yordamida ham ish samaradorligi past bo'lishi qayd etilmoqda.

Qattiq fazada fermentatsiya jarayonining amalga oshishidan, Sharq mamlakatlarida oldindan foydalanib kelingan. Masalan, bir qator yumshoq materiallarning mikroorganizmlar yordamida ishlov berilishi, ya'ni kraxmal va oqsillar gidrolizi natijasida sifati oshadi, hidi yaxshilanadi, aminokislotalar boyiydi. Sharq mamlakatlarida soya sousi va boshqa shu kabi mahsulotlar uy sharoitida ushbu usul yordamida tayyorlanadi. Biroq bu jarayonlarni keng miqyosda biotexnologik sanoatda foydalanish bir qator loyihalashtirishlarni talab etadi. Ishonamizki, yuqoridagi kabi sifatli oziq-ovqat mahsulotlarini tayyorlash biotexnologik usulda sanoat miqyosida ishlab chiqariladi va keng ommaning doimiy, kunlik ozuqasiga aylanadi.

Bir hujayralilar oqsilidan foydalanishning iqtisodiy samaradorligi.

Yuqorida mikroorganizmlar yordamida qand, kraxmal va selluloza chiqindilaridan sanoatda bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarish ko'rsatib o'tildi. Bu maqsadda substrat sifatida katta ahamiyatga ega o'simlik turlarini izlab topish va uni keng miqyosda qishloq xo'jaligida ekib ko'paytirish ancha samarali natijalarga olib kelishi aniq. Shu sababli biotexnologiyada bir hujayralilar oqsilini yaratishda o'simlik xomashyosidan substrat sifatida foydalanishni takomillashtirish ustida tinimsiz izlanishlar olib borilmoqda. Xozirgi kunda shakarqamish, palmaning ba'zi turlaridan etanol olish va undan biotexnologiyada bir hujayralilar oqsilini yaratish jarayonida foydalanish ustida bir qator amaliy loyihalar yo'lga qo'yilgan. Agarda ligninsellulozadan substrat sifatida foydalanish masalasi hal

qilinsa, dunyoning turli mintaqalarida samarali biotexnologik ishlab chiqarish tarmoqlari yanada rivojlanadi.

Bir hujayralilar oqsilini yaratish texnologiyasida suv o'tlaridan foydalanish masalasi ham biotexnologiyada muhim hisoblanadi. Suv o'tlari ochiq suv havzalarida tez ko'payishi bilan xarakterlanib, bunda fotosintez uchun SO_2 va quyosh energiyasi talab qilinadi. Sir emaski, Yaponiyada *Chlorella* va *Scenedesmus*, Meksikada esa *Spirulina* kabi suv o'tlari uzoq vaqtdan buyon oziq ovqat sifatida foydalanib kelinadi. Ba'zi mamlakatlarda ariq va hovuzlarni organik chiqindilardan tozalash maqsadida suv o'tlaridan foydalaniladi va keyin hosil bo'lgan biomassa yig'ib olinib, qishloq xo'jaligi hayvonlari uchun yemish sifatida foydalaniladi.

Bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishning iqtisodiy jihatdan ijobiylik ko'rsatkichi uning mavjud bo'lgan mahsulotlarga nisbatan raqobatbardoshligi hisoblanadi. Mikroorganizmlar asosida yaratilgan oqsil uzoq vaqt saqlanishi va tashilish jarayoni qulayligi bilan xarakterlanadi. Bir hujayralilar oqsili kelajakda qishloq xo'jaligida soya uni, baliq uni kabilarning o'rmini egallovchi oqsilga boy ozuqa sifatida hayvonlar yemishiga qo'shimcha bo'la oladi. Shu bilan birgalikda bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda biotexnologik jarayonlarda zararli moddalardan foydalanish bevosita atrof-muhit ifloslanishi ehtimolligini oshiradi. Shu sababli bu jarayonda doimiy maqsadli ravishda idora qilinuvchi tizimni joriy qilish lozim bo'ladi.

Bir hujayralilar oqsilini yaratish texnologiyasi jarayonida muhitning doimiy steril, bo'lishini va yoritilishini shuningdek katta hajmi egallash kabi xususiyatlari bilan ajralib turadi. Shu sababli tayyor mahsulotning iqtisodiy foydali bo'lishi uchun ba'zan 50 000 tonna atrofidagi miqdorda bo'lishi kerak va bu yetarlicha katta miqdordagi xomashyoni talab qiladi. Shu bilan birga tayyor mahsulotni sovitish va ajratib olish uchun ancha katta miqdorda suv miqdori ham kerak.

Bir hujayralilar oqsilini keng miqyosda ishlab chiqarishni yo'lga qo'yish zamonaviy biotexnologiyada yangi rivojlangan texnologik usullarning vujudga kelishini taqozo etadi. Shunga bog'liq holatda bu yo'nalishda biotexnologik jarayon bosqichlarini amalga oshirish davomida mikrobiologiya, biokimyo, genetika, kimyo va

kimyoviy injeneriya, oziq-ovqat texnologiyasi, qishloq xo'jaligi, ekologiya, toksikologiya, tibbiyot, veterenariya kabi bir qator soha mutaxassislarining birgalikda foaliyat ko'rsatishi talab qilinadi.

Albatta, so'zsiz ravishda bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda biotexnologiyada chiqindisiz, atrof-muhitga zarar keltirmaydigan texnologiyalardan foydalanish lozim. Shuningdek bir hujayralilar oqsilini ishlab chiqarishda mikroorganizmlarning yangi turlari ustida tinimsiz izlanishlar olib borilishi, jarayonga ketadigan sarflarning minimal bo'lishini ta'minlovchi usullarning yaratilishi, arzon xom ashyodan foydalanib iqtisodiy samarador mahsulot yaratilishiga erishish va produtsentlar mahsuldorligini tinimsiz oshirib borish kabi ishlarni amalga oshirish kerak bo'ladi.

7. FERMENTATIV JARAYONLAR TEXNOLOGIYASI

Fermentativ jarayonlar uchun talab etiluvchi muhitlar

Fermentativ texnologiya yutuqlaridan mikroorganizmlar, o'simlik va hayvon hujayralari yoki hujayra komponentlaridagi organik moddalarning fizik va kimyoviy o'zgarishlarini o'rganish maqsadida foydalanish mumkin. Bulardan sanoatda mahsulot ishlab chiqarishda qo'llaniladigan uslublar farqli ravishda o'ziga xos ijobiy tomonlarga ega bo'lishi lozim.

Biotexnologik usullar yordamida sanoatda organik moddalar asosida mahsulot ishlab chiqarish jarayonida foydalaniladigan sof kimyoviy usublarning imkoniyatlari va kamchiliklari quyidagilardir:

- oqsillar, antibiotiklar kabi murakkab organik molekulalarni kimyoviy uslubda sintezlash imkoniyati cheklangan;
- biokonversiya jarayoni mahsulot ishlab chiqishini ko'paytishini ta'minlaydi;
- biologik tizimlar ancha past haroratda va rN-ko'rsatkichi ancha yuqori, neytralga yaqin qiymatda faoliyat ko'rsatadi;
- biologik reaksiyalarning katalitik va spetsifiklik xususiyati

kimyoviy katalizga nisbatan keskin farqlanadi;

• biologik jarayonlarda kimyoviy reaksiyalardan farqli ravishda moddalar izomerlarining aralashmasi emas, balki faqat bitta tegishli izomer hosil bo'ladi;

Biroq biologik uslublar ham kimyoviy jarayonlarga nisbatan bir qator kamchiliklarga ega:

1. Biologik tizimlar atrof-muhitdagi keraksiz mikroflora bilan ifloslanish darajasi yuqori qiymatga ega.

2. Biologik usulda hosil qilingan butun mahsulot aralashma holda bo'lib, keraksiz qismlarni ajratish talab qilinadi.

3. Biotexnologik ishlab chiqarish juda ko'p miqdorda suv talab qiladi va ishlatilgan suv atrof muhitga chiqarib tashlanadi.

4. Biojarayonlar odatda kimyoviy jarayonlarga nisbatan ancha sekin amalga oshadi.

Har bir biotexnologik jarayon uchun eng maqbul uslublar tanlanishi va jarayonning o'zi qat'iy tartibda kuzatib borilishi lozim. Amaliyotda ko'pincha biotexnologik jarayonlarda katalizatorlarning faoliyati uchun qulay fizik sharoit yaratish maqsadida fermentyor yoki biorektorlardan foydalaniladi. Biorektorlar oddiy quvurlar ko'rinishidan tortib murakkab tuzilishga ega kompyuter dasturlari asosida ishlovchi tizimlar ko'rinishiga ega.

Bioreaktorlar umumiy holatda ikkita tip yoki variantda tayyorlanadi. Birinchi tipdagi biorektorlarda steril holat talab etilmaydi, ya'ni mikroorganizmlarning sof ko'paytirilishi unchalik ahamiyatga ega emas. Bu kabi jarayonlarga pivo tayyorlash, achitqilar ishlab chiqarish jarayonidagi fermentatsiyalar misol bo'ladi. Ikkinchi tipdagi bioreaktorlar esa aseptik fermentativ jarayonlar uchun tayyorlanadi. Bu kabi biorektorlardan foydalangan holda sanoatda antibiotiklar, aminokislotalar, polisaxaridlar, bir hujayrali bakteriya oqsillari kabi moddalar ishlab chiqariladi. Bunday bioreaktorlarda keraksiz mikroorganizmlar ko'payishi qat'iy taqiqlanadi va bu tipdagi biorektorlarni yaratishda murakkab biotexnologik jarayon xususiyatlarini hisobga olgan holda murakkab konstruktiv loyiha-lashtirish ishlari amalga oshiriladi.

Barcha tipdagi bioreaktorlar uchun umumiy holda talab etiluvchi xususiyat mavjud bo'lib, bu kerakli produtsent uchun yoki u tomonidan ishlab chiqariladigan mahsulot uchun eng qulay

optimal sharoitni yaratib berish lozim. Maqsadga erishish uchun bioreaktorda produtsent organizm uchun qulay ozuqa muhiti to'g'ri tanlanishi, uning hayotiy faolitini susaytiruvchi barcha omillar maksimal kamaytirilishi, ozuqa muhitida produtsentni ekish va o'stirish jarayoni to'g'ri olib borilishi kabi fizik, kimyoviy sharoitlar tartibli ravishda amalga oshirilishi kerak bo'ladi. Bioreaktorlardan foydalanishda biotexnologik jarayonning iqtisodiy samaradorlik ko'rsatkichi faqatgina foydalanilayotgan ozuqa muhiti xususiyatlari, produtsentning mahsuldorligi yoki hosil qilinayotgan mahsulot miqdoriga bog'liq emas. Bunda bioreaktorni loyihalashtirishda aniq bir produtsentning miqdoriy ko'payishini idora qilingan holatda maksimal qiymatga ko'tarish bilan birgalikda bitta bioreaktordan qisman o'zgartirilgan holatda boshqa bir mahsulot, masalan antibiotiklar, fermentlar yoki organik kislotalar, bir hujayralilar oqsili kabilarni ishlab chiqarish imkoniyati mavjud bo'lishi katta ahamiyatga ega hisoblanadi.

Deyarli barcha biotexnologik jarayonlarda ishlatiladigan komponent - bu suv hisoblanadi. Laboratoriya sharoitida har qanday organizm ehtiyojlarining tanlanish darajasini yuqori aniqlikda o'lchash mumkin va bu olingan natijalardan sanoat miqyosida foydalanish mumkin.

Agar jarayon keng miqyosda amalga oshirilganda asosiy e'tibor berilishi lozim bo'lgan jarayon - bu, produtsentni ko'paytirish uchun yetarli substrat tayyorlash va uni saqlash hisoblanadi. Har qanday biotexnologik jarayonda kerakli va sarflanadigan materiallarning qiymati aniq hisob-kitob qilinishi lozim. Bunda yangi yaratilishi loyihalashtirilayotgan texnologiyalarni iqtisodiy jihatdan solishtirish ancha yaxshi natija beradi. Sanoat biotexnologiyasi ishlab chiqarish jarayonida kukun holdagi substrat va shu kabi moddalardan foydalanishda ishchi xodimlarning sog'ligini saqlash masalasiga katta e'tibor qaratilishi talab etiladi.

Fermentativ jarayonlar uchun kerakli ozuqa muhitini yaratishga umumiy jarayonga baho berishda unchalik e'tiborga olinmasa-da, ammo bu maqsadga erishishda hal qiluvchi ahamiyatga ega hisoblanadi. Muhitning to'g'ri tayyorlanmasligi esa produtsentlarning o'sishi va mahsuldorligi qiymatiga salbiy ta'sir ko'rsatadi.

Bioreaktorlarning konstruksiyasi

Bioreaktorlar. Biotexnologik jarayonlar kimyoviy sintez jarayonidan tubdan farq qilib, davomiy va davriy ko'rishdagi ikki tipga bo'linadi. Biotexnologik jarayonlarning muhim o'ziga xos tomoni bu jarayonlarda tirik hujayralar, hujayra qismlari, hujayradan ajratib olingan fermentlar qo'llaniladi. Shu sababli bioreaktor faoliyatining muhim qismlaridan biri qurilmada bir jinsli qulay muhit yaratish, ozuqa muhiti va produtsent o'rtasida reaktor fazalariaro optimal aralashashni ta'minlash muhim masala hisoblanadi.

Kimyoviy jarayonlardan biotexnologik jarayonlarning yana bir keskin farqlanuvchi xususiyati kerakli produtsent organizmni ko'paytirish uchun qulay aerob yoki anaerob sharoitni yaratib berish hisoblanadi. Shu sababli bioreaktorda aniq talab qilingan vaqtda kislorod berish va SO_2 hosil bo'lishi kabi jarayonlarning oldini olish lozim.

Bioreaktorda *aeratsiya* jarayoni juda murakkab tarzda amalga oshadi va loyihalashtirish ishlari ham juda aniq hisob-kitoblarni talab qiladi. Chunki har xil produtsentlarning kislorodga talabi o'zaro farqlanadi va shuningdek mikroorganizmlarni ko'paytirishning turli bosqichlarida ham kislorodga talab darajasi turlicha holatda bo'ladi.

Bioreaktorda issiqlik almashinuvini idora qilinishi qat'iy tartibni talab qiladi. Chunki bioreaktordagi mikroorganizmlarning optimal faoliyatiga harorat tebranishlari katta ta'sir ko'rsatadi. Bunda haroratning tor intervalda ushlab turish jarayonida quyidagilarni hisobga olish kerak: 1) harorat pasayishi fermentlar faolligining keskin susayishiga olib keladi va 2) haroratning kritik darajadan keskin ko'tarilishi oqsil kabi makromolekulalarning qaytmas tarzdagi denaturatsiyasiga sabab bo'ladi. Har bir organizm uchun optimal harorat aniq bir qiymatga ega. Ko'pchilik biotexnologik jarayonlar mezofil sharoitda ($+30+50^{\circ}S$) olib boriladi. Biroq ba'zan bioreaktorda samaradorlikni oshirish maqsadida haroratni keskin oshirish talab qilinadi. Bu holda bioreaktorda ortiqcha issiqlik qiymatining saqlanishi mikroorganizmlar ko'payishini susaytirib yuboradi. Shu sababli bioreaktorda quvvati yuqori bo'lgan sovitish tizimi mavjud bo'lishi lozim.

Bioreaktorlarda produtsentlarni ko'paytirish jarayonida yana bir muammolardan biri bu ko'pik hosil bo'lish jarayoni hisoblanadi. Moddalarning yuza qismida faol birikmalarning to'planishi, yog'larning parchalanish mahsuloti sifatida sovun hosil bo'lishi, soya, kungaboqar oqsillari va makkajo'xori uni kabi moddalar ko'pik hosil qiluvchi omillar hisoblanadi. Biorektorda ko'pik qatlami-ning hosil bo'lishi esa aerob mikroorganizmlar ko'payishi uchun qulay sharoit yaratadi, shu bilan birgalikda bioreaktorning foydali hajmini kamaytiradi va kerakli produtsent massasining boshqa mikroflora ta'sirida ifloslanishi ehtimolligi qiymatini oshiradi. Shu sababli biorektorda hosil bo'ladigan ko'pikni yo'qotuvchi samarali tizim yaratilishi talab qilinadi.

Bioreaktorning eng muhim xususiyatlaridan biri jarayon *sterilligini* ta'minlash hisoblanadi. Sterilizatsiya biotexnologik jarayon boshlanishi oldidan, jarayon davomida va undan keyin o'tkaziladi. Bu usul biotexnologik sanoatda ko'pincha 1960-yillarda, Lui Paster tomonidan XIX asrda kashf qilingan sterillash usullaridan foydalanilgan holda qo'llanila boshlangan.

Oxirgi yillarda biotexnologiyada produtsentlarni ko'paytirish-ning taqsimot rejimi, ya'ni jarayonni harorat, rN-ko'rsatkichi, aeratsiya va shu kabi ko'rsatkichlarga nisbatan har xil bosqichlarga bo'lish uslubidan keng foydalanilmoqda. Bu esa tabiiyki, biorektorlarni qo'shimcha konstruksiyalashni talab qiladi. Ushbu ko'rinishda zamonaviy biotexnologik sanoatda qo'llaniladigan biorektorlar quyidagi xususiyatlarni o'zida mujassamlashtirgan bo'lishi talab qilinadi:

- o'stirish muhitini samarali aralashtirilishini ta'minlovchi gomoge-nizatsiya tizimiga ega bo'lish;
- tizimda gazlar diffuziyasining tez amalga oshirilishi, aeratsiya tizimiga ega bo'lish;
- issiqlik almashinuvini reaktor ichida optimal miqdorda ta'minlanishi va idora qilinishi;
- ko'pikni yo'qotish;
- muhitni, bioreaktor havosini va qurilmaning o'zini sterillash;

• jarayonni va uning alohida bosqichlarining qat'iy tartibda idora qilinishi.

Biotexnologik jihatdan foydali mahsulotlar, nukleotidlar, ko'pchilik fermentlar, vitaminlar, ya'ni birlamchi metabolitlar o'sishning eksponensial fazasida sintezlansa, antibiotiklar, pigmentlar va shu kabilar ikkilamchi metabolitlar ko'rinishida o'sishning stasionar fazasida sintezlanadi.

Biotexnologiyada bioreaktorga ozuqa muhitini davomiy holatda, "tomizish" usuli orqali kiritib turilishi keng qo'llaniladi. Bunda tayyorlab qo'yilgan ozuqa muhiti qurilmaga ma'lum vaqt oraliqlarida kiritib turiladi. Bundan tashqari yana bir usul bo'lib, bu usulda esa bioreaktordan ma'lum vaqt davomida yuvilgan muhit o'rniga unga teng miqdorda yangisi kiritilib turiladi. Bu usul ba'zan varimdavriy usul ham deb nomlanadi. Bu usulda bioreaktorda ozuqa muhitida produtsentlarning yangilanish jarayoni tezlashadi.

Bioreaktorda davriy ravishda produtsentlarni ko'paytirishning modifikatsion usuli dializ hisoblanadi. Bunda substrat qurilmaga maxsus membrana orqali kiritib turiladi. Bu usulning samaradorligi shundaki, dializ natijasida mikroorganizmlarning hayotiy mahsulotlari kamaytirib borilishi ularning o'sishi uchun qulay sharoit yaratilishiga olib keladi. Dializ usuli qo'llanilganda bioreaktordan bir qism suyuqlik chiqib ketadi va jarayon yakunida biomassa miqdori konsentratsiyalangan holatga keladi.

Davomiy ko'paytirishda hujayralar doimiy holatda eksponensial fazada bo'ladi. Bu maqsadda bioreaktorga davomiy tarzda ozuqa muhiti kiritilib turiladi va hosil bo'lgan mahsulotlar chiqarib turiladi. Bunday ko'rinishdagi biotexnologik jarayonlarda kiritiluvchi va chiqariluvchi massa miqdori o'rtasidagi muvozanat aniq hisob kitob qilinishi talab etiladi. Buning uchun esa davomiy ko'paytirishning xemostat va turbidostat usullaridan foydalaniladi.

Xemostat rejimda bioreaktorda o'z-o'zini muvozanatlovchi tizim vujudga keltiriladi, ya'ni kiritilgan yangi ozuqa muhitida dastlab mikroorganizmlar o'sishi tezlashadi. Muhitni aralashtirib yuborilishi natijasida esa mikroorganizmlarning ozuqani tez iste'mol qilishi va ozuqaning kamayishi hisobiga o'sish me'yorining susa-yishi kuzatiladi. Natijada esa produtsentlar o'sishi muvozanatlashtiriladi.

Xemostat rejimda ishlovchi bioreaktorlar xemostatlar deb ham nomlanadi. Xemostatning konstruksiyalanishida, 1) ozuqa muhitining yangidan solinib turilishiga imkoniyat mavjud bo'lishi, 2) ko'paytirilayotgan produtsentlar va muhit oqimini ta'minlovchi qurilma bo'lishi va 3) berilayotgan ozuqa muhiti va bioreaktorda mavjud muhit konsentratsiyasi to'g'risida axborot beruvchi tizim mavjudligi talab qilinadi.

Oxirgi sanalgan omil ayniqsa muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Turbidostat rejimda ishlovchi bioreaktorlar esa jarayonda biomassa konsentratsiyasini bevosita idora qilinishi bilan xarakterlanadi. Bunda bioreaktorda biomassa konsentratsiyasini idora qilishda keng qo'llaniladigan usullardan biri, fotoelementlar, ya'ni yorug'lik sochilishi intensivligi asosida eritma konsentratsiyasini aniqlash usuli hisoblanadi. Turbidostat rejimda ishlovchi bioreaktorlar xemostat rejimda ishlovchi bioreaktorlardan farq qilib, bunda konstruksiyalash jarayonida oqim tezligini idora qilish aniqligiga katta e'tibor qaratiladi.

Xemostatlar ko'paytirish jarayonida kam oqim tezlikka ega, o'z-o'zini muvozanatga keltira oluvchi tizimlarda hujayralarni ko'paytirishda qo'llaniladi. Turbidostat rejimda ishlovchi bioreaktorlar biomassa konsentratsiyasining aralashish va ko'payish tezligi yuqori bo'lishi talab qilinadigan biotexnologik jarayonlarda qo'llaniladi. Biroq turbidostat rejimda ishlovchi bioreaktorlarning uzoq vaqt davomida ishlatilishida ko'paytirilayotgan hujayralarning yorug'lik elementiga yopishib qolishi kabi jiddiy muammolar vujudga kelishi kuzatiladi. Shu bilan birga turbidostat bioreaktorlarda zararli mikroflora bilan zararlanish ehtimolligi kamaytirilgan va ma'lum foydali xususiyatga ega produtsentlarni ko'paytirish jarayoni qat'iy tartibda idora qilinish tizimi joriy qilingan bo'ladi.

Bitta bioreaktorda davomiy holda ko'paytirish jarayoni ***bir bosqichli jarayon*** deb ataladi. Shu bilan birgalikda ***ko'p bosqichli bioreaktorlar*** ham mavjud bo'lib, bu ko'rinishdagi bioreaktorlarda yakuniy mahsulot olish uchun bir qator bosqichli jarayonlar amalga oshirilishi talab qilinadi. Ko'p bosqichli bioreaktorlarni konstruksiyalash katta sarmoya va murakkab, ishonchi loyihalarni talab qiladi.

Albatta davomiy ko'paytirish usuli bilan birgalikda hozirgi kunda davriy ko'paytirish usulidan ham biotexnologiyada keng foydalanilmoqda.

Fermentativ jarayonlarning qo'llanilishi

Ochiq va yopiq fermentativ tizimlar. Zamonaviy industrial biotexnologiya sanoatida uchta asosiy bioreaktor tiplari va ikkita biokatalizator tiplaridan keng foydalaniladi. Bioreaktorlar bir marta-lik, to'liq bo'lmagan va davomiy holatda xom ashyo yuklanuvchi turlarga bo'linadi. Reaktorda ko'paytiriluvchi organizmlar barqaror holatda turuvchi, aralashtirilib turiluvchi, kislorodli muhitda o'stiriluvchi – aerob, yoki aksincha kislorodsiz muhitda o'stiriluvchi – anaerob, shuningdek suvli yoki kam suvli fazada ko'paytiriladigan turlarga bo'linadi.

Butun hujayralar yoki fermentlardan iborat biokatalizatorlar bioreaktor devoriga to'g'ridan to'g'ri yoki biror qurilma yordamida immobilizatsiyalangan holatda yoki erkin holatda joylashtiriladi. Odatda fermentorda kechuvchi reaksiyalar rN-ko'rsatkichi qiymati o'rtacha, ya'ni neytralga yaqin va harorat qiymati 20-60 °S da optimal darajada amalga oshadi. Ko'pchilik biotexnologik jarayonlarda yakuniy mahsulot konsentratsiyasi yuqori bo'lmasdan, suvli fazada aralashma holida hosil bo'ladi. Shu sababli yakuniy mahsulotni qo'shimcha separatsiya usulida ajratib olish talab qilinadi.

Mikroorganizmlarni ko'paytirish maqsadida ishlatiladigan bioreaktorlar ochiq va yopiq tiplarda bo'ladi. Yopiq tipdagi tizimdan iborat bioreaktorda jarayon davomida mahsulot kiritilishi yoki chiqarilishi mumkin emas. Bunday tizimlarga an'anaviy keng qo'llanilidigan, boshlang'ich ozuqa muhiti va mikroorganizmlar solingandan so'ng mikroorganizmlar ozuqa muhiti tugaguncha, yoki metabolik mahsulotlarning zararli ta'siri ortguncha fermentativ faoliyat ko'rsatadi. Bu ko'rinishda faoliyat ko'rsatuvchi tizimlar batch-(yopiq) tizimlar deb nomlanadi. Biotexnologiyada pivo, antibiotiklar va fermentlar ishlab chiqarish kabi bir qator jarayonlarda *batch* tizimlardan foydalaniladi va bunda yakuniy mahsulot unumdorligini oshirishda produtsentlar uchun qulay

sharoit yaratish katta ahamiyatga ega. Shuningdek *fed batch*-tizimlar ham biotexnologiyada keng qo'llanilib, bunda ozuqa moddalari bioreaktorda davomiy ravishda solib turiladi.

Fermentativ tizimda ozuqa moddalar va produtsentlar massasi tinimsiz kiritib turiladigan va mahsulot chiqarilib turiladigan bioreaktorlar ochiq tipda ishlaydi. Bunday fermentorlar doimiy ravishda yangi produtsent va ozuqa muhitini kiritilib turilishi va yakuniy mahsulot chiqarilib turilishini talab qiluvchi jarayonlarda keng ishlatiladi. Bunda konversiya jarayoni, ya'ni kiritilayotgan va chiqarilayotgan massa o'rtasidagi nisbat muvozanat holatida idora qilinib turilishi jarayon samaradorligiga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Tinimsiz holatda ishlovchi jarayonlardan foydalanish laboratoriya sharoitida keng ishlatilsada, ishlab chiqarishda kamroq qo'llaniladi. Tinimsiz, davomiy ravishda amalga oshuvchi jarayonlardan biotexnologiya sanoatida bir hujayralilar oqsili ishlab chiqarishda keng qo'llaniladi. Masalan, ICI Prutin kompaniyasi tomonidan ishlab chiqariluvchi metanol, Rank Hovis McDougall kompaniyasi mikoprotein kabi mahsulotlar ushbu biotexnologik usul yordamida ishlab chiqariladi.

Davriy va davomiy ravishda ko'paytirish qurilmalari hamda ularda boradigan jarayonlar

Yuqorida ko'rsatib o'tilgan jarayonlarga atroflicha to'xtaladigan bo'lsak, davriy ko'paytirish usuli quyidagi bosqichlarni o'z ichiga oladi:

- a) ozuqa muhiti va butun qurilmani sterillash;
- b) bioreaktorga ozuqa muhitini yuklash;
- c) hujayra yoki sporalardan iborat dastlabki materialni ekish;
- d) mikroorganizmlarni ko'paytirilishni yo'lga qo'yish;
- e) butun mahsulotni sintez qilish;
- f) tayyor mahsulotni ajratib olish va tozalash.

Sanab o'tilgan barcha ishlar tartib bilan amalga oshiriladi va jarayon yakunida bioreaktor yuviladi hamda keyingi jarayon uchun tayyor holatga keltiriladi.

Hujayrani ko'paytirish jarayoni bir necha fazalardan tashkil topgan:

1) lag-faza deb nomlanuvchi dastlabki fazada mikroorganizm fermentatorda yangi ozuqa muhitiga moslashadi, o'sish jarayoni sekin amalga oshadi;

2) eksponensial fazada esa hujayralar o'sishi tezlashadi va populyasiya hosil qiladi;

3) o'sishning susavish fazasida ozuqa kamayishi va zararli metabolitlar to'planishi kuzatiladi;

4) haraaror fazada vujudga kelayotgan va nobud bo'layotgan mikroorganizmlar soni tenglashadi;

5) nobud bo'lish fazasi organizmlarning yoppasiga nobud bo'lishi bilan xarakterlanadi.

Bioreaktorlar konstruksiyasi barcha fermentativ tizimlar tuzilishi bevosita bioreaktorda produtsentlar uchun qulay sharoit yaratib berishga asoslangan. Fermentorlarda jarayon samaradorligini yaxshi o'tishi uchun kerakli biokatalizatorlar suyuq suspenziya holida saqlanadi.

Bioreaktorlarda optimal sharoit yaratish quyidagi jarayonlarni o'z ichiga oladi:

• **Bioreaktor** kerakli mikroorganizmlarni saqlagan holda, keraksiz mikroorganizmlar ko'payishiga qarshilik ko'rsatuvchi sharoitga ega bo'lishi lozim.

• Ko'paytirish maqsadida ishlatilayotgan aralashma hajmini doimiylikini ta'minlash lozim, ya'ni ortiqcha oqim yoki bug'lanishlar oldini olish kerak.

• Aerob mikroorganizmlar uchun erigan holdagi kislorod miqdori kritik darajadan bir oz yuqori bo'lishi lozim.

• Tashqi muhitning harorati, rN va shu kabi parametrlarning qiymatini doimiylikini ta'minlash lozim.

Murakkab fermentorlarni konstruksiyalashda ishlatilayotgan materiallarda yoriqlar bo'lmashligiga katta e'tibor qaratish lozim. Bunda:

a) mikroorganizmlar muhitdagi eritma holdagi moddalar bilan tegib turuvchi materiallar korroziyaga chidamli va zanglamaydigan bo'lishi kerak;

b) foydalanilayotgan materiallar zaharli xususiyatlarga ega bo'lmashligi lozim. Bu materiallarning kichik miqdorda zaharli

xususiyatga ega bo'lishi mikroorganizmlarning o'sish jarayoni tezligiga salbiy ta'sir ko'rsatadi;

v) bioreaktor qismlari va komponentlari bug' yordamida takroriy ravishda sterilanish imkoniyatiga ega bo'lishi lozim;

g) bioreaktorni konstruksiyalashda ishlatiladigan materiallar mustahkam bo'lishi, deformatsiyaga chidamli bo'lishi talab qilinadi;

d) shu bilan birga bioreaktorda boruvchi jarayonlarni ko'rish orqali tekshirib turish uchun ishlatilayotgan material shaffofligiga e'tibor berish ham katta ahamiyatga ega.

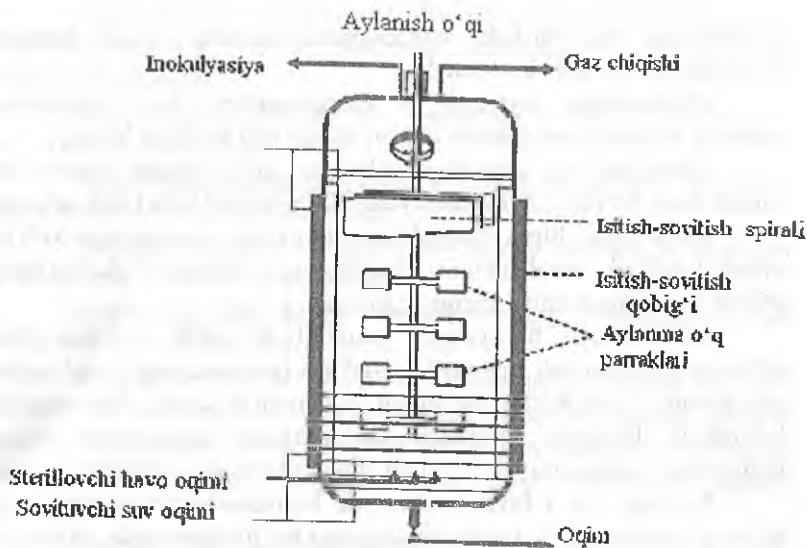
Bioreaktorda borayotgan jarayonlarni qat'iy tartibda idora qilinishini ta'minlash maqsadida ma'lum parametrlarni qayd qiluvchi ishonchli datchiklar tizimidan foydalanish kerak. Shuningdek, ko'pchilik hollarda fermentatsiya jarayoni kopyuterlashtirilgan tizim orqali idora qilinishi jarayon samaradorligini sezilarli oshiradi.

Keyingi o'n yilliklar davomida loyihalashtirilayotgan bioreaktorlar zamonaviy o'zgartirishlarga ega bo'lib bormoqda. Ayniqsa, dastlabki materialni aralashtirish jarayonida tebratish va boshqa usullardan foydalanilmoqda. Aeratsiya maqsadida biotexnologik sanoatda kisloroddan keng foydalaniladi.

Turli xil tipdagi bioreaktorlarda aralashtirish jarayoni muhim o'rinda turadi. Bioreaktorlarni tasniflashda bir qator parametrlar inobatga olinadi. Masalan, bioreaktorlar o'lchami, qaysi maqsadda ishlatilishi (laboratoriyada, sanoatda, yoki ishlab chiqarishda sinab ko'rishda), ish rejimi (davomiy yoki davriy), ko'paytirish usuliga (aerob, anaerob, mezofil, termofil, jarayon yuza yoki quyi qatlamda amalga oshirilishiga qarab, ozuqa muhiti suyuq yoki qattiq, gaz fazalarda bo'lishi xususiyatlariga ko'ra) qarab klassifikatsiyalanadi.

Shuningdek, bioreaktorda aralashtirish usullarining ishlatilishiga ko'ra ham tasniflash mavjud. Bunda bioreaktorlarda aeratsiyani ta'minlash maqsadida mexanik, pnevmatik va sirkulyasion aralashtirishlardan foydalaniladi.

Mexanik aralashtiruvchi qurilmalar. Aeratsiyani ta'minlash maqsadida mexanik aralashtirish usulidan foydalaniladigan bioreaktorlarda 6-8 ta parrakli aylantiriluvchi o'q qo'llaniladi (2-rasm). Bunda aylanuvchi o'qning uchki qismiga o'rnatilgan parraklar aralashtirish jarayonini yaxshilash maqsadida egri, to'g'ri, yarusli hollarda joylashtirilgan bo'lishi mumkin.



2-rasm. Mexanik aralashtiruvchi fermentorning sxematik ko'rinishi.

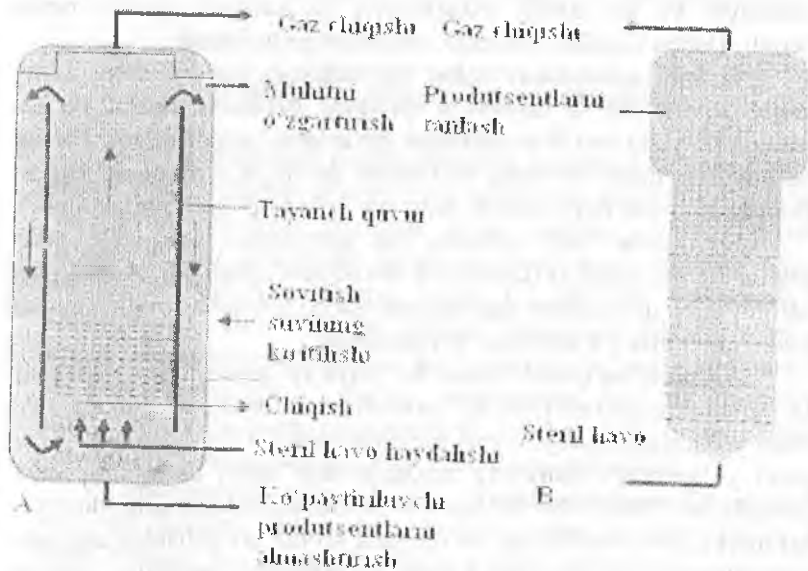
Bu kabi tizimlarda bioreaktor devoriga qo'shimcha plastinkalar o'rnatilgan bo'lib, bu plastinkalar suyuqlikning aylanma harakatini ta'minlab bir ma'romdagi aralashishini tezlashtiradi. Biroq mexanik aralashtiriluvchi bioreaktorlardan bir qator biotexnologik jarayonlarda, masalan zamburug' mitseliylarini ko'paytirishda qo'llash qiyinchilik tug'diradi. Bioreaktorda bir tekisda, sekin aylantirilishni ta'minlash unda o'simlik, hayvon hujayralarini ko'paytirish imkonini ham beradi. Ba'zan bioreaktorda aeratsiyani ta'minlash maqsadida qurilmaning pastki qismida joylashgan maxsus gorizonta! o'rnatilgan quvur orqali havo jo'natish usuli ham qo'llaniladi. Bunda hujayralarlar kam zararlanadi.

Ba'zan bioreaktorlarda bo'shliqli aylanma o'qlardan foydalaniladi. Bunda muhitga gaz aylanma o'q va parraklarning ichki bo'shliqlari orqali yuboriladi. Mexanik aralashtirilishni ta'minlovchi qurilmalar zamonaviy mikrobiologiya sanoatida keng ishlatiladi.

Pnevmatik aralashtiruvchi qurilmalar Pnevmatik aralashtiruvchi qurilmalarda aylantiruvchi o'q ishlatilmaydi, bunda gaz

pufakchalardan foydalaniladi (3-rasm). Tabiiyki, gaz pufakchalari yordamida aralastiruvchi qurilmalarda mexanik aralastiruvchi qurilmadagiga nisbatan massa almashinuvi kamroq bo'ladi.

Bu tipdagi klassik qurilmaga misol qilib erliftli reaktorni (*air lift* – havoning ko'tarilishi) ko'rsatish mumkin. Pnevmatik aralastirish uslubi qo'llaniladigan bioreaktorlarda aralastirilish jarayoni nisbatan sekin va mayin amalga oshirilishi sababli bu tipdagi bioreaktorlarda hayvon va o'simlik hujayralarini ko'paytirish biotexnologiyasida keng foydalani ladi. Pnevmatik tipdagi bioreaktorlarning tuzilishi oddiyligi va konstruktiv ishlari kam mablag' talab qilishi bilan ajralib turadi. Biroq bu tipdagi bioreaktorlarning kamchiligi unda kechadigan jarayonlarning juda sekin amalga oshishi hisoblanadi. Shunga qaramasdan bu tipdagi bioreaktorlarda muhim amaliy ahamiyatga ega bo'lgan mahsulotlar sintezlanadi. Masalan, erlift fermentorida *Digitalis lanata* o'simligi hujayralari asosida qimmatli kardiologik mahsulot – *r-metildigoksin* sintezlanadi.



3-rasm. Pnevmatik aralastiruvchi fermentorning sxematik ko'rinishi. A - Erliftli; B - Pufakchali tipda.

Sirkulyasiya yordamida aralashtirishni amalga oshiruvchi bioreaktorlar. Sirkulyasiya yoki gidrodinamik tipdagi nasos bilan ta'minlangan bioreaktorlarda suyuqlikni yopiq yo'nalish bo'ylab harakatlanishi amalga oshiriladi. Bunda sirkulyasiyalanuvchi suyuqlik hosil qilgan pufakchalar yoki enektor beruvchi havo yordamida produtsentlar kislorod bilan ta'minlanadi. Bunday tipdagi bioreaktorlar boshqa tipdagi bioreaktorlardan ishlatishga qulayligi va ishonchliligi bilan ajralib turadi.

Sirkulyasiya yordamida aralashtiriluvchi bioreaktorlarda aralashish jarayonini yaxshilash maqsadida suyuqlikka qattiq parchalar qo'shiladi. Bir qator zamburug'lar va aktinomitsetlar kabi mikroorganizmlar bunday qo'shimchalarga birikib o'sishi tezlashadi. Bu usul bioreaktorda fermentlarni immobilizatsiyalash usuli sari qo'yilgan ilk qadam hisoblanadi.

Keyingi yillarda bioreaktorlarda acratsiyaning yangi usullaridan foydalanilmoqda. Masalan havoning maxsus polipropilen membrana orqali berilishi bioreaktorda ko'pik hosil bo'lishini cheklaydi va bu usulda cukariotlarni ko'paytirish yaxshi natija beradi. Ushbu usuldan sanoatda interferon sintezlanadi.

Issiqlik almashinuv tizimi. Bioreaktorda issiqlik almashinuv tizimi sovituvchi va issituvchi quvurlar tizimidan iborat bo'lib, reaktor ko'ylakchasi deb ataluvchi quvurlarni tashkil qiladi. Ba'zan bu quvurlar tizimi bevosita bioreaktor devoriga o'rnatiladi. Bioreaktorda isituvchi omil sifatida issiq suv yoki bug'dan foydalaniladi.

Sovituvchi omil sifatida esa artezandan chiquvchi yoki sovitish tizimi orqali o'tkaziluvchi sovuq suv ishlatiladi. Ancha past harorat talab qilinadigan sharoitlarda esa qo'shimcha sovitish uchun freon, etilenglikol kabilardan foydalaniladi.

Ko'pikni yo'qotish tizimi. Ko'pikni yo'qotish tizimi – ko'pikka qarshi amalga oshiriluvchi harakatlardan iborat. Ko'pincha ko'pikni yo'qotishda kimyoviy va mexanik usuldan foydalaniladi. Ko'pikni yo'qotuvchi kimyoviy moddalarning ta'siri muhitning yuza qismida faol holatda bo'lib, hosil bo'luvchi pufakchalarning muvozanat markazining buzilishiga va natijada ko'pik yo'qolishiga asoslangan. Samarali ta'sirga ega ko'pik yo'qotuvchi moddalar sifatida soya, kokos, raps, kungaboqar, xantal kabi o'simlik moylari, baliq moyi, hayvon moylari va mineral yog'lar qo'llaniladi. Biroq bu

moddalar ko'pik hosil bo'lishini cheklashi bilan birgalikda o'zlari ham ko'pik hosil qiluvchi omillar sifatida ta'sir ko'rsatishi mumkin.

Ko'pikni yo'qotishda muhit yuzasidagi hosil bo'lgan ko'pikni yig'ib oluvchi disklar, baraban, yassi cho'michlar holdagi mexanik qurilmalardan ham foydalaniladi. Ancha murakkab qurilmalar qatoriga separatorlar kiradi. Ular yordamida muhit yuzidan ko'pik yig'ib olinadi va shu yo'l bilan foydali biomassa ham ajratib olinadi. Albatta bu jarayonlarning barchasi biotexnologik ishlab chiqarishda qo'shimcha mablag' va vaqt sarflanishini talab qiladi.

Sterillash tizimi. Bioreaktorni va undagi ozuqa muhitini sterillash maqsadida qo'shimcha qurilmalar konstruksiyalanadi. Ko'pincha fermentor havosini ortiqcha mikroorganizmlardan filtrlashga asoslangan havo yoki biror gaz oqimidan iborat termik sterillash usuli keng ishlatiladi.

Termik sterillashda bioreaktorda ishlatilayotgan ozuqa muhitining kimyoviy xususiyatlarini hisobga olish kerak. Chunki sterillash davomida muhitning xususiyatlari o'zgarmasligi lozim.

Fermentativ jarayonlarni qo'llanilishi

Sanoat miqyosida ishlab chiqarish jarayoni bir necha bosqichlardan iborat. Dastlab laboratoriya sharoitida sinab ko'rilgan jarayon keyingi bosqich sanoatida sinov uchun ishlatib ko'riladi. So'ngra sanoat miqyosida qo'llanila boshlanadi. Shunga bog'liq holatda fermentorlar hajmiga ko'ra, 0,5-100 litr (laboratoriyada ishlatiluvchi), 100-5000 litr (sinov maqsadida ishlatiluvchi) va sanoat miqyosida ishlatiluvchi birmuncha katta hajmli ko'rinishlarda konstruksiyalanadi. Bunda jarayonning har bir bosqichida biotexnologik jarayon o'lchamlarini hisobga olib borish, albatta sanoat biotexnologiyasida ijobiy natijalarga olib keladi.

Laboratoriya maqsadlarida foydalaniladigan fermentorlar sanoatda foydalaniladigan formalariga o'xshash tuzilgan bo'lib, bir necha tiplarga bo'linadi. Bunda ko'pincha laboratoriya maqsadida foydalaniladigan fermentorlarda mexanik aralashtirish usulidan foydalaniladi. Issiqlik almashinuvi va sterillash xususiyatlariga ko'ra bular ikki tipga bo'linadi. Birinchi tipga kiruvchi laboratoriya

fermentorlarida alohida issiqlik va sterilizatsiya qurilmalari mavjud emas. Bu kabi fermentorlarga qo'shimcha tarzda ko'paytirish kame-larlari, suv hammomlari va sterillovchi avtoklavlar kerak bo'ladi. Ikkinchi tipga kiruvchi fermentorlarda sanoatda qo'llaniladigan formalariga o'xshash ko'rinishda issiqlik almashinuv va sterillash tizimlari mavjud.

Laboratoriya bioreaktorlari quyidagi maqsadlarda qo'llaniladi:

1. **Kinetik** – ya'ni hujayralarning o'sish tezligi, samaradorligi, substratning sarfi va mahsulot hosil bo'lish darajasini aniqlashda;
2. **Massa almashinuvi** – ya'ni biotexnologik jarayonlarda kechuvchi O_2 , SO_2 kabi gazlar almashinuvi tezligi, miqdorini aniqlash maqsadida;
3. **Kislrod (O_2)** sarflangan substratlarga nisbatan foydali va qo'shimcha mahsulotlarning hosil bo'lishi darajasini aniqlash.

Sinov maqsadlarida foydalaniladigan fermentorlardan sanoat miqyosida biotexnologik jarayonlarni modellashtirishda qo'llaniladi. Shu sababli bu bosqichda ishlatiladigan fermentorlar-ning xossalari sanoatda foydalaniladigan fermentorlarning xossala-riga o'xshash bo'ladi. Shu bilan birga ushbu bosqichda sinovdan o'tkazilayotgan jarayonning istiqbolli rivojlanish bosqichlari aniq loyihalashtirilishi amalga oshiriladi. Masalan, sanoat miqyosida ishlab chiqarish jarayonlarida muhit, rN, harorat, aralashtirish tezligi kabi parametrlarning optimal darajadagi qiymatlari to'g'ri loyihalashtirilishi va ishlab chiqilishi kerak. 1940-1950-yillar davomida sanoatda keng miqyosda antibiotiklar ishlab chiqarilishini amalga oshirilishi buning isbotidir.

Umuman, biror biotexnologik jarayonni sanoat miqyosida qo'llashdan oldin laboratoriya sharoitida, keyin sinov fermentor-larida va nihoyat sanoatda qo'llaniluvchi fermentorlardan foydalaniladi. Bunda jarayonning iqtisodiy samaradorligi, ya'ni yakuniy natijasini aniqlangan ko'rsatkichlar asosida oldindan baholash muhim ahamiyatga ega hisoblanadi.

Maxsus fermentativ jarayonlar. Ko'pchilik biotexnologik jarayonlar suyuq holdagi aeratsiyalanuvchi tizimlarda amalga oshi-riladi. Biroq hozirgi vaqtda biotexnologiyada sinov fermentorlarida suv miqdori kamaytirilgan yoki mavjud bo'lmagan va shuningdek kislorodsiz sharoitda amalga oshiriladi.

Anaerob jarayonlar. Ancha murakkab bo'lgan anabioz muhit yaratishni talab qiluvchi biotexnologik qurilmalarda kislorodga talab sezmaydigan anaerob mikroorganizmlar ko'paytiriladi. Bu tipdagi qurilmalarda aeratsiyani ta'minlovchi qurilmalar ishlatilmaydi. Biroq ba'zi mikroorganizmlar faoliyatida vodorod, metan kabi gazlar talab qilingani sababli gaz beruvchi tizimdan foydalaniladi.

Qattiq fazada amalga oshuvchi jarayonlar. Ko'pchilik biotexnologik jarayonlar qattiq, suyuq va gazsimon ko'rinishdagi uchta fazada amalga oshadi. Shunday jarayonlar mavjudki, suyuq faza minimal miqdorda talab qilinadi. Masalan, bunda suyuqlik minimal miqdorda, ya'ni qattiq faza yuzasini yoki gazsimon fazani namlash maqsadida foydalaniladi. Shunga bog'liq holatda qurilmalar qattiq va gazsimon fazalarda ishlovchi tiplarga bo'linadi.

Qattiq fazada ishlovchi bioreaktorlarda o'simlik xomashyosi asosida zamburug' mitseliylari, achitqilar yoki ularning kombinatsiyalari ko'paytiriladi. Qattiq fazali jarayonlar uch tipga bo'linadi:

• **Yuza qatlamli**, ya'ni bunda substrat qatlamli qalinligi 3-7 sm ("yupqa qatlam") ni tashkil qiladi.

• **Chuqur qatlamli** qattiq fazada jarayonlar nisbatan substratning qalin qatlamida amalga oshadi. Bioreaktorlarda ochiq tipdagi chuqur quvurlardan foydalaniladi. Aerob qattiq fazali jarayonlarda gaz almashinuvi diffuziya yoki konveksiya usuli yordamida ta'minlanadi.

• Aralashiriluvchi jarayonlar va aeratsion massa yarim suyuq holdagi gomogen yoki qattiq fazadan suyuq fazaga o'tuvchi holatdan iborat bo'ladi. Bunday bioreaktorlarda sekin aralashiriluvchi uskunalardan foydalaniladi.

Qattiq fazada amalga oshuvchi jarayonlar suyuq fazadagidan farq qiluvchi quyidagi xususiyatlarga ega:

1) bu ko'rinishdagi tizimlarni ishlatish qulay va nisbatan arzon hisoblanadi;

2) substratdan tayyor mahsulotni ajratib olish va tozalash qulay;

3) suv miqdorining minimal kamaytirilishi muhitda qo'shimcha zararli ta'sirga ega mikroflora ko'payishiga qarshi ijobiy ta'sir ko'rsatadi;

4) qattiq fazada ishlovchi bioreaktorlarda ishlash jarayonida atrof muhitga suv chiqarib tashlanishi kamaytiriladi.

Biroq bu usulda ishlashning ham o'ziga xos muammolari mavjud. Masalan, aralashtirish jarayonining ta'sirida mikroorganizmlar tez o'sib, koloniya hosil qilishi va muhitda ozuqaning tez tugab qolishi yoki substratning ba'zi qismlariga aeratsiya yetib bormasligidan produtsentlar faolligi o'zgarishi kabilar kuzatiladi.

Gaz fazada amalga oshuvchi jarayonlar. Gaz fazada amalga oshuvchi jarayonlarda qattiq faza bilan to'ldirilgan bioreaktorlarda gaz maxsus quvurlar orqali jo'natilishi amalga oshiriladi. Bu usul yordamida spirt, achitqilar olinadi. Mahsulot sovituvchi qurilmada kondensatlanib yig'iladi.

Bu ko'rinishdagi bioreaktorlarda aerob hamda anaerob produtsentlarni o'stirishda foydalaniladi.

O'simlik va hayvon hujayralarini ko'paytirish texnologiyasi

Biotexnologiyada mikroorganizmlar, zamburug'lar, achitqilar va bakteriyalarni ko'paytirish orqali sanoatda foydali mahsulot yaratish keng rivojlangan. Keyingi vaqtlarda biotexnologiyada o'simlik va hayvon hujayralarini ko'paytirish usullari ham rivojlanmoqda. Ko'pchilik mamlakatlarda o'simlik hujayralarini ko'paytirish asosida ekish uchun material olinadi. O'simliklar hujayrasini ko'paytirish usullarini takomillashtirish uchun o'simlik maysalarining o'sish jarayoni mexanizmlarini chuqur bilish talab qilinadi. Keng miqyosda sanoatda o'simlik hujayralarini ko'paytirish asosida niktin, alkaloidlar, jenshen kabi qimmatli mahsulotni olish yo'lga qo'yilgan. Bu yo'nalishdagi izlanishlarda digitalis, yalpiz, jasmin kabi o'simliklar hujayralari asosida qimmatli moddalarni sintezlashning istiqbollari porloq hisoblanadi. O'simlik hujayralarini ko'paytirishda mikrobiologik yondashuv uslublaridan yetarlicha foydalaniladi. Chunki mikroorganizmlar va o'simlik hujayralarining ko'paytirilish jarayonida o'zaro o'xshash xususiyatlari mavjud. Hozirgi kunda o'simlik hujayralari asosida ishlab chiqarilgan bir qator biotexnologik mahsulotlar jahon bozoridan o'rin egallashga ulgurgan.

Shu bilan birga bu yo'nalishdagi ishlar katta miqdordagi ilmiy izlanishlarni talab qiladi. O'simlik va hayvon hujayralari asosida qimmatbaho organik moddalarni sintezlashga qaratilgan izlanishlar ayniqsa kuchli rivojlanmoqda.

Hayvon hujayrasi qattiq fazaga biriktirilgan holatda yoki suspenziya holida ko'paytiriladi. Masalan, limfoblastoma hujayralari suspenziya holida ko'paytirilsa, normal diploid hujayralar qattiq fazaga biriktirilgan holatda ko'paytiriladi. *HeLa* (odamda o'sma hosil qiluvchi hujayra) hujayralari esa o'stirish muhiti diapazonining nisbatan cheklanmaganligi xususiyatiga egaligi bilan ajralib turadi. Dastlab bu jarayonda qulay ozuqa muhiti va gaz almashinuvi bilan ta'minlangan probirkalarda o'stirish amalga oshiriladi.

8. FERMENTLARDAN FOYDALANISH VA IMMOBILIZATSIYA QILISH TEXNOLOGIYASI

Fermentlardan foydalanish

Fermentlar - tirik hujayra tarkibiga kiruvchi murakkab organik birikmalar bo'lib, turli xil kimyoviy moddalarni biokimyoviy reaksiyalar davomida o'zgarish jarayonini tezligini ta'minlovchi katalizatorlar hisoblanadi. Fermentlar tirik hujayralar tarkibiga kirsa-da, bir qator fermentlarni hujayradan ajratib olish va faolligini yo'qotmagan holda *in vitro* sharoitida foydalanish mumkin.

Ferment texnologiyasi - biotexnologiyada kerakli fermentlarni hujayradan sof holatda ajratib olib va ularni immobilizatsiyalab, bioreaktorlarda qayta ishlanadi. Fermentativ texnologiyada oziq-ovqat mahsulotlarini yaratish, energiya hosil qilish yoki atrof-muhit muhofazasi masalalari yechimiga qaratilgan maqsadlarda qo'llaniladi.

Bu yangi texnologiya biokimyodan ajralib chiqqan bo'lib, kelajakda ferment texnologiyasi rivojiga genetik injeneriyaning yutuqlari katta turtki berishi kutilmoqda.

Qadim zamonlardan boshlab odamlar o'z xo'jalik faoliyatida pivo ishlab chiqarish, non yopish, pishloq tayyorlash kabi jarayonlarda fermentlar faoliyatidan bu jarayon mexanizmlarini tushunma-

gan holatda foydalanib kelishgan. Bu jarayonlarning amalga oshish mexanizmlarining yoritilishi bevosita bu yo'nalishdagi ishlarning tez rivojlanishiga olib kelgan.

G'arb mamlakatlarida uzoq vaqt davomida achitqilardan foydalanish, pivo ishlab chiqarish, non yopishda fermentativ jarayonlardan foydalanib kelingan. Sharq mamlakatlarida esa sake ichimligini tayyorlash, turli xil oziq-ovqat mahsulotlari tayyorlashda ipsimon zamburug'larning fermentativ faolligidan foydalanib kelingan.

1896-yilda *Aspergiillus oriza* zamburug'i asosida takadiastaza fermentining ajratib olinishi fermentativ texnologiya rivojida yangi bosqichni boshlab berdi. Fermentlar texnologiyasining tez rivojlanishi 50-yillarda zamburug'lar fermentlaridan foydalanish asosida amalga oshdi. Bunda quyidagilarni ajratib ko'rsatish mumkin:

1. Mikroorganizmlarni bioreaktorning chuqur qatlamida ko'paytirish asosida antibiotiklarni ishlab chiqarishni yo'lga qo'yilishi natijasida bu yo'nalishda yangi texnologiyalarni yaratish va amaliyotga joriy etish bo'yicha ishlar rivojlandi.

2. Fermentlar va ularning xususiyatlari to'g'risidagi ilmiy bilimlarning ortishi va ularning sanoatda foydalanish darajasining o'sishi amalga oshdi.

Erkin holatdagi fermentlar hujayradan tashqarida bir qator kimyoviy reaksiyalarida keng qo'llaniladi. Biroq fermentlardan katalizator sifatida foydalanishni cheklovchi ommonlar ham mavjud:

1. Odatdagi sharoitda substratning katta qismini mikroorganizmlar biomassasi tashkil qiladi.

2. Reaksiya davomida qo'shimcha salbiy ta'sirga ega moddalar yig'ilib qoladi.

3. Mikroorganizmlarning o'sishi uchun kerak bo'lgan sharoit foydali mahsulot hosil bo'lishiga qulay bo'lmasligi mumkin.

4. Kerakli mahsulotni mikroorganizm ko'paytirilgan muhitdan ajratib olish va tozalashda bir qator qiyinchiliklar vujudga keladi.

Biroq bu sanab o'tilgan kamchiliklarning ko'pchiligini sof holatda ajratib olingan fermentlardan foydalanilganda yo'qotish imkoni tug'iladi va bu yo'nalishda biotexnologiyada ko'p tomonlama izlanishlar olib borilmoqda. Kelajakda biotexnologiyada

an'anaviy fermentativ texnologiyalar o'rniga bioreaktorlarda ko'p fermentlar ishtirokida boruvchi jarayonlar tizimini tashkil etish hosil qilinayotgan foydali mahsulot sifatiga va miqdoriga ijobiy ta'sir ko'rsatadi. Biotexnologiyada foydalaniladigan ko'pchilik fermentlar mikroorganizmlar tomonidan tashqi muhitga ajraladigan fermentlardan iborat. Bu ko'rinishda faoliyat ko'rsatuvchi mikroorganizmlarda fermentlar murakkab moddalarni oddiy moddalarga parchalashida muhim ahamiyatga ega bo'lib, jarayon oxirida mikroorganizm ko'paytirilayotgan muhitga ajratib chiqariladi. Bu usulda achitqilar, mitseliyli zamburug'lar, bakteriyalar ishtirokida proteaza, amilaza va kam miqdorda sellyulaza, lipaza va boshqa gidrolitik fermentlar hosil qilinadi. Ko'pchilik sanoat miqyosida ishlab chiqariladigan fermentlardan biri gidrolitik fermentlar hisoblanib, bu fermentlar qo'shimcha kofaktorlarsiz ishlay olishi, hujayra devorini buzmasdan ajratib olish mumkinligi, biomassadan oson separatsiyalanishi kabi xususiyatlari bilan xarakterlanadi. Biroq, ko'pchilik fermentlar mikroorganizmlarning ichki qismida hosil bo'ladi va biotexnologiya sanoatida bu ko'rinishdagi fermentlardan foydalanish uchun ularni ajratib olish va tozalashning qulay usullarini ishlab chiqish talab qilinadi.

1965-yilda sanoat tarmoqlarida fermentlardan foydalanish darajasi uncha katta miqyosda bo'lmasdan, faqat detergent (erituvchini parchalovchi) sifatidagina keng foydalanilgan. Keyingi bir necha o'n yilliklarda fermentlar biotexnologiyasi tez rivojlandi. Sanoatda sut mahsulotlari, jumladan pishloq ishlab chiqarishda ishlatiladigan fermentlar, gidrolazalar, glukoza va fruktoza izomeraza fermenti, kraxmal gidrolaza fermenti kabilarni ishlab chiqarish rivojlandi. (2-jadval, 5-rasm.). Proteaza, glyukoizomeraza, amilaza kabi fermentlar yiliga bir necha o'n tonnada, qiymati 1 mlrd dollar miqdorida ishlab chiqariladi.

Rekombinant DNK texnologiyasining kashf qilinishi kabi fermentlar texnologiyasida yangi usullarning yaratilishi bevosita foydali mahsulotlarning hosil qilinish jarayonida foydalaniladigan kimyoviy preparatlarga raqobatbardosh mahsulot sifatida fermentlarning ishlatilishi jarayonning samaradorligiga va iqtisodiy ko'rsatkichlariga ijobiy ta'sir ko'rsatadi.

Fermentlar texnologiyasida yog'och materiallari tarkibidagi

ligninsellyulozani parchalovchi fermentlarni izlab topish ustida izlanishlarga katta e'tibor qaratiladi. Bu yo'nalishdagi izlanishlar samarali natijalarga olib kelsa, katta miqdordagi nisbatan arzon xomashyo asosida biotexnologiya sanoatining rivojlanishi yangi bosqichga ko'tarilishi mumkin.

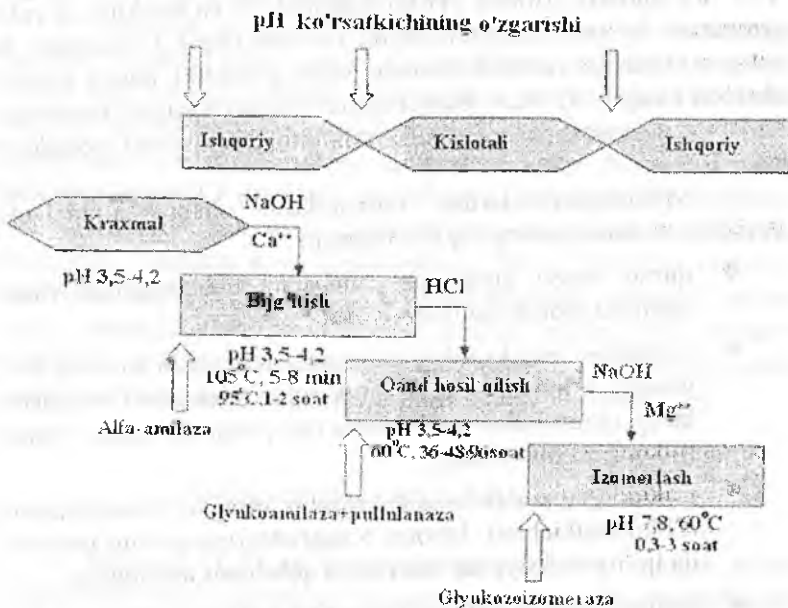
2-jadval

**Ba'zi fermentlar va ularning
qo'llanilish sohalari**

Ferment	Qo'llanilishi
α -Amilaza	Pivo, spirt ishlab chiqarishda
Aminoatsilaza	L-aminokislota olishda
Bromelain	Go'shtni yumshatish, sharbatlarni tiniqlashtirishda
Katalaza	Tayyor oziq mahsulotlari uchun antioksidant sifatida
Sellyuloza	Spirt va glukoza olishda
Fitsin	Go'shtni yumshatish, sharbatlarni tiniqlashtirishda
Glukoamilaza	Pivo, spirt ishlab chiqarishda
Glukoizomeraza	Tarkibida fruktoza miqdori ko'p bo'lgan sharbatlar tayyorlashda
Glukoooksidaza	Tayyor oziq mahsulotlari uchun antioksidant sifatida
Invertaza	Saxaroza inversiyasida
Laktoza	Laktoza gidrolizida
Lipaza	Pishloq tayyorlash, aromatizatorlar olishda
Papain	Go'shtni yumshatish, sharbatlarni tiniqlashtirish
Pektinaza	Spirt olishda, sharbatlarni tiniqlashtirishda
Proteaza	Spirt olishda, detergent sifatida
Renin	Pishloq tayyorlashda

Fermentlarni ishlab chiqarish texnologiyasi

O'simlik va hayvon hujayralarida ham bir qator foydali fermentlar ishlab chiqarilishiga qaramasdan hozirgi kunda fermentlar biotexnologiyasida mikroorganizmlardan keng foydalaniladi. Masalan, pivo ishlab chiqarishda arpa o'simtlaridan amilaza olishda raqobatchi mahsulot sifatida amilaza ishlab chiqaruvchi bakteriyalardan ham foydalaniladi.



4-rasm. Makkajo'xori kraxmali asosida sanoatda keng miqyosda fruktoza sharbatini olish

Hozirgi kunda o'rtacha tipdagi ishlab chiqarish korxonasida 500 tonna don qayta ishlanadi. Don tarkibidagi kraxmalni ajratib olishda kraxmal granulari suvda 40% li suspenziya holiga keltiriladi. Bunda pH-ko'rsatkichi qiymati 3,5-4,2 ni tashkil qiladi. Bijg'ish bosqichida kraxmalga alfa-amilaza qo'shiladi va bevosita bug' holdagi suv yordamida isitiladi. Bu bosqichda rN-ko'rsatkichi

6,2-6,5 ni tashkil qiladi. Dastlab harorat 105-107°C gacha ko'tariladi va 5-8 minut davomida ushlab turiladi, keyin esa harorat 95°C gacha keskin tushiriladi hamda kraxmal to'liq 10-13 ta glukoza qoldiqlaridang iborat oligosaxaridlargacha parchalangunga qadar 1-2 soat ushlab turiladi. Qand hosil qilish bosqichida esa eritma pH-ko'rsatkichi 4,2-4,5 ga keltirilib, quruq massaga nisbatan 32-35 % li eritma xoliga o'tkaziladi va glukoza hosil qilish uchun eritmaga glukoamilaza hamda pullalanaza qo'shiladi. Bu reaksiya reaktorlarda 60°C haroratda amalga oshiriladi. Izomerlash uchun 95,5 % li glukoza eritmasi pH-ko'rsatkichi 7-8 ga keltirilib, glyukoizomeraza fermenti immobillangan kolonka orqali o'tkaziladi. Bu jarayonda harorat va tezlik shunday idora qilinadiki, bunda fruktoza sharbati chiqishi 42 % ni tashkil qiladi. Yuqori darajada tozalangan fruktoza monosaxaridlar asosida xromotografiya usuli yordamida olinadi.

Mikroorganizmlardan fermentlarni olishda foydalanish quyidagi mezonlarga bog'liq hisoblanadi:

- quruq massa qiymatiga nisbatan hisoblanganda yuqori darajada faollik namoyon qilishi;
- xomashyo miqdorining mavsumiy tebranishi mavjud bo'lganligi uchun va shuningdek iqlim sharoitlari o'zgarishlariga qaramasdan mahsulotni uzoq vaqt davomida saqlash imkoniyati mavjudligi;
- mikroorganizmlar asosida ajratib olingan fermentlarning rN-ko'rsatkichlari, harorat o'zgarishlarining keng intervalida ijobiy reaksiya ko'rsata olish qobiliyati mavjudligi;
- so'nggi yillarda genetik injeneriya usullari yordamida mikroorganizmlar genomini o'zgartirish imkoniyati yaratilganligi va shu asosda ijobiy xususiyati kuchaytirilgan mikroorganizmlarni mutagenez orqali yaratish imkoniyatlari mavjudligi.

Seleksiyada fermentlar biotexnologiyasi uchun eng yaxshi xususiyatlarga ega mikroorganizmlarni tanlab olishda ularning ko'pgina ko'rsatkichlariga e'tibor qaratiladi. Masalan, mikroorganizmlarning fermentni tashqi muhitga sekretsiyalashi yoki hujayra ichida hosil qilishi, muhitning noqulay sharoitlariga chidamliligi,

shuningdek, jarayonda ko'paytirishning samaradorligi kabi ko'rsatkichlar e'tiborga olinadi. Fermentlar termostabil va rN-ko'rsatkichlariga qarab guruhlariga bo'linadi. Masalan, *Bac.subtilis* asosida ajratib olinadigan proteazalar nisbatan haroratga chidamliligi, ishqoriy muhitda faolligini o'zgarishligi bilan xarakterlanadi va ularni ushbu xususiyatidan foydalanib kir yuvish kukunlari tarkibiga qo'shimcha sifatida qo'shish mumkin. Zamburug' amilazalari esa haroratga nisbatan yuqori sezuvchanlik namoyon qilganligi uchun ulardan non yopish jarayonida foydalaniladi.

Seleksiya jarayonida asosan mikroorganizmlar ajratayotgan ferment miqdori, tashqi muhit o'zgarishlariga chidamlilik xususiyatlari ham inobatga olinadi. Shuningdek, produtsentlar faoliyatida hosil bo'luvchi qo'shimcha zararli moddalar, mahsulot hidi, rangi kabilar ham hisobga olinadi va salbiy xususiyatlar yo'qotib boriladi. Biotexnologiyada fermentativ texnologiya jarayonida foydalaniladigan mikroorganizmlarning xususiyatlarini yaxshilashda ko'pincha mutageniz usulidan keng foydalaniladi. Biroq, ko'pgina mikroorganizmlarning genomi to'liq o'rganilmaganligi mavjud holatni ancha murakkablashtiradi. Bunda genetik injeneriyada genlarni ko'chirib o'tkazish usulining kashf etilishi mikroorganizmlar seleksiyasida ancha qo'l kelishi mumkin deb baholanadi.

Fermentlarning immobilizatsiyasi

Keyingi 15-20 yil davomida kimyoviy va biologik ishlab chiqarishda yangi injeneriya yo'nalishi – *kimyoviy enzimologiya* yuzaga keldi. Bu yo'nalish fermentlarni immobilizatsiyalangan holda foydalanish masalalarini bilan shug'ullanadi. Biroq, fermentlarni sanoat miqyosida immobilizatsiyalangan holatda foydalanishda bir qator qiyinchiliklar tug'iladi.

Birinchidan toza, sof holatda ajratib olingan fermentlar ko'pchilik hollarda harorat o'zgarishlari kabi ta'sirlarga nisbatan barqarorligi juda past bo'ladi.

Ikkinchidan, fermentlarni ajratishda ishlatilgan reagentlardan takroriy foydalanish imkonini yo'q. Fermentlar texnologiyasida yangi – fermentlarni immobilizatsiyalash uslubini kashf

qilinishi muammo yechimi bo'la oldi. Immobilizatsiyalangan fermentlar sanoatda amaliy ishlatilish sohasida bir qator afzalliklarga ega hisoblanadi. Geterogen yoki immobilizatsiyalangan katalizator ishlatilish jarayoni quyidagi ijobiy xususiyatlarga ega:

- Kerak bo'lgan vaqtda reaksiyani to'xtatish imkoniyatining mavjudligi;
- Katalizatoridan takroriy foydalanish mumkinligi;
- Yakuniy mahsulotning ferment bilan ifloslanmagan holda ajratilishi.

Oxirgi ko'rsatilgan xususiyat tibbiyot va oziq-ovqat mahsulotlarini ishlab chiqarish jarayoni uchun muhim hisoblanadi. Immobilizatsiyalangan fermentdan foydalanilganda olib borilayotgan jarayonni boshqarish imkoni oshadi, ya'ni bunda reaksiya tezligini doimiy ravishda idora qilish, mahsulot hosil bo'lishini dastlabki reaksiya aralashmaning miqdorini boshqarish orqali tartibga tushirish kabi ijobiy imkoniyatlar tug'iladi. Fermentning immobilizatsiyalanishi yoki xususiyatlarining qisman modifikatsiyalanishi orqali fermentning rN-ko'rsatkichi, harorati, ion tarkibi va shu kabi tashqi muhit sharoitlari ta'siriga barqarorligini oshirib, substrat bilan spetsifik ta'sirlashish xususiyatini ijobiy tomonga o'zgartiradi. Immobilizatsiya orqali fermentning katalitik faolligi darajasini ham boshqarish mumkin.

Fermentlarni immobilizatsiyalash maqsadida bir qator anorganik birikmalar: cilikagel, loy, sopol, tabiiy minerallar va ularning oksidlaridan foydalaniladi.

Fermentlarni immobilizatsiyalashning tasniflanishi shartli ravishda amalga oshiriladi.

Fermentlarni adsorbsiyalash orqali immobilizatsiyalash qadimiy usullardan biri hisoblanadi. Bu usulda organik yoki anorganik moddalar kukuni, kichik o'lchamli donador qismlari, shariklar ko'rinishida qo'llaniladi. Erimaydigan holdagi fermentlarni adsorbsiya usulida immobillash oddiyligi va shuningdek ma'lum bir modda bilan suvli fazada ta'sirlashish imkoniyati yuqoriligi bilan ajralib turadi. Yuvishdan so'ng adsorbsiyalangan ferment qayta ishlatishga tayyorlanadi.

Fermentlarni adsorbsiyalash jarayonida bir qator tashqi

omillar ta'sir ko'rsatadi. Masalan, bunda yuza kattaligi, manbaning g'ovaklik darajasi, muhitning pH ko'rsatkichi qiymati, ferment eritmasining ion kuchi va uning konsentratsiyasi, shuningdek adsorbsiyalash harorati kabilar e'tiborga olinadi. Bunda fermentlarning immobilizatsiyasida ushbu omillarning birortasini salbiy ta'siri bevosita immobilizatsiya samaradorligi o'zgarishiga olib keladi. Amaliyotda bu kabi holatlarning oldini olishda bir qator usullardan foydalanilib, iloji boricha yuqori sifatli mahsulot olishga harakat qilinadi.

Fermentlarni immobilizatsiyalashda gellardan foydalanilganda, gel hosil qiluvchi uch o'lchamli to'rsimon strukturada kerakli ferment tutib turiladi. Bunda gelning ferment makromolekulalari joylashmagan qismida suv molekulalari o'rtnashadi. Gel yordamida fermentlarni immobilizatsiyalashda ikkita asosiy usuldan foydalaniladi:

• Birinchi usulda monomer mavjud bo'lgan eritmaga ferment molekulalari kiritiladi va polimerlanish jarayoni orqali ferment o'rtnashgan to'rsimon strukturaga ega gel hosil qilinadi.

• Ikkinchi usulda esa tayyor polimerga ferment kiritiladi va unga ma'lum bir gel ko'rinishidagi struktura beriladi. Fermentlarni yarim o'tkazuvchi xususiyatga ega membranalar yordamida immobilizatsiyalashda ferment suvli eritmada yarim o'tkazuvchi membrana orqali substratning kichik o'lchamli molekulalarining o'tib ketishi va ferment molekulalarining ushlanib qolishi asosida hosil qilinadi. Bu usulning o'ziga xos tomoni yarim o'tkazuvchi membrananing olinish usuliga ham bog'liq hisoblanadi. Bunday ko'rinishdagi modifikatsiyalash tiplaridan biri yupqa polimer devorli yarim o'tkazuvchi membrana yopiq tipdagi mikrokapsula ko'rinishini egallaydi.

Ikki karra emulsiyalash usulida fermentning suvli emulsiya eritmasi tayyorlanib, organik polimer eritmasiga qo'shiladi, so'ngra suvda qayta dispersiyalanadi. Bunda organik eritma ichki qismida ferment immobilizatsiyalangan pufakchalarni hosil qiladi. Mikrokapsula ko'rinishida fermentlarni immobilashdan farqli holatda iplar ko'rinishida immobilash usuli ham mavjud. Mikrokapsula usulida fermentlar mikrokapsulalarga yig'ilsa,

ikkinchi usulda ipsimon ko'rinishda hosil qilinadi. Sanoatda ishlab chiqariladigan tabiiy yoki sintetik g'ovak iplardan ham fermentlarni ushbu ko'rinishda immobillashda foydalanish mumkin. Bunda substrat eritmasiga tushirilgan iplar quvursimon tolalarni hosil qilib, unga kerakli fermentlar immobilizatsiyalanadi. Tibbiyotda, bir qator fundamental tadqiqotlarda fermentlar liposomalarga immobilizatsiyalanadi. Bu usul yordamida hujayrada kechuvchi jarayonlar o'rganiladi. Bu usulda fermentlarni immobillashning bir necha tiplari mavjud. Masalan, oxirgi modifikatsiyalardan biri polimer liposomalarga fermentlarning immobilizatsiyalanishi hisoblanadi. Polimer liposomalarda oddiy liposomalarga nisbatan barqarorlik xususiyati yuqoriligi bilan ajralib turadi.

Membranalardan foydalanib fermentlarni immobilizatsiyalash usulining kamchiligi shundan iboratki, bu usul orqali yuqori molekulyar moddalarga fermentativ ishlov berishni amalga oshirib bo'lmaydi. Chunki membranalar yuqori molekulyar moddalar uchun himoya vazifasini ham o'taydi. Ikki fazadan foydalanib fermentlarni immobilizatsiyalashda fermentlarnig bitta fazada erishi va ikkinchisida erimasligi xususiyatidan foydalaniladi.

Fermentlarni immobilizatsiyalashning kimyoviy usullari

Kimyoviy immobilizatsiya usuli - ferment molekullari o'rtasidagi o'zaro kovalent bog'lanishlarga asoslanadi. Kimyoviy immobilizatsiyalash usulidan foydalanishning bir qator afzalliklari mavjud. Birinchidan, kimyoviy immobilizatsiyada ferment va immobilizatsion manba o'rtasida kimyoviy bog'lanishlar hosil bo'lishi orqali yuqori darajada barqarorlikka ega konyugat birikmalar hosil qilinadi. Ikkinchidan, fermentlar kimyoviy immobilizatsiyasi amalga oshirilganda ularning substratga nisbatan spetsifligi, katalitik faolligi va barqarorligi kabi xususiyatlarida ijobiy o'zgarishlar ro'y beradi.

Ferment va immobillovchi manbalar o'rtasida kovalent bog'lanishlar hosil qiluvchi bir qator kimyoviy reaksiyalar amalga oshadi. Bunda immobillovchi manba sifatida sopol, oyna, temir, sirkoniy, titan kabi neorganik manbalar, sefaroza, selluloza kabi tabiiy polimer-

lar, neylon, poliakrilamid, vinil polimerlari yoki sopolimerlar kabi reaksiyaga kirishuvchi guruhlariga ega moddalar ishlatiladi. Bu moddalarning ko'pchiligi bilan fermentlar tanlab ta'sir ko'rsatish asosida emas, balki tasodifiy holatda bog'lanishlar hosil qiladi va natijada ferment molekulasini immobilizatsiyalanadi. Umuman olganda, kimyoviy immobilizatsiyaning samaradorligi mutaxassisning bilimi va amaliy tajribasiga bog'liq.

Immobilizatsiyalangan fermentlarni olishda ko'plab organik va anorganik birikmalardan foydalaniladi. Bunda ularga quyiladigan talablar quyidagilardan iborat:

- Yuqori darajada kimyoviy va biologik chidamlilik;
- Yuqori darajada mexanik mustahkamlik;
- Ferment va substrat uchun yetarlicha singdiruvchanlikka ega bo'lish, ular yuzasining kengligi va g'ovakligi;
- Quvur va yuzalar shaklini hosil qilish xususiyatiga ega ekanligi;
- yengil faollashish, ya'ni reaksiyaga kirishish qobiliyatining yuqoriligi;
- Suvli muhitda ferment bilan bog'lanish hosil qiluvchi reaksiyani amalga oshirish uchun yuqori darajada gidrofil xususiyatga ega bo'lishi;
- Narxining arzonligi.

Biroq tabiiy holatda bu ko'rinishdagi barcha xususiyatlarni o'zida mujassamlashtirgan moddalar mavjud emas.

Polisaxaridlar. Hozirgi vaqtda ishlatiladigan organik manbalarni ikkiga, ya'ni 1-tabiiy polimerlar, 2-sintetik polimerlarga bo'lish mumkin. Birinchi guruhga kiruvchi moddalar o'z navbatida biokimyoviy xususiyatlariga ko'ra yana quyidagicha tasniflanadi: polisaxaridlar, oqsillar va lipidlar. Sintetik moddalar ham polimetilenlar, poliamidlar va poliefirlar ko'rinishida guruhchalarga bo'linadi.

Yuqorida sanab o'tilgan talablarga qo'shimcha tarzda immobilizatsiyalanuvchi ferment va shuningdek immobillovchi moddalar xususiyatlaridan kelib chiqqan holda yana quyidagi talablar vujudga keladi:

- Immobillovchi modda tarkibidagi kovalent bog' hosil qiluvchi guruhlar fermentning katalitik faollik namoyon qiluvchi sohasiga birikmasligi kerak.
- Shuningdek, immobillovchi sifatida qo'llanilayotgan manba ferment faolligiga nisbatan ingibirlovchi ta'sirga ega bo'lmasligi lozim.

Tabiiy polimerlar molekulasida turli xil kimyoviy reaksiyaga kirishuvchi guruhlar mavjudligi, shuningdek yuqori darajada gidrofil xususiyatlarga egaligi sababli keng miqyosda ishlatiladi. Biroq tabiiy polimerlarning kamchiliklari ularning bir qator mikroorganizmlar ta'siriga chidamsizligi, shuningdek ba'zilarining narxi yuqoriligi hisoblanadi. Fermentlarni immobilashda polisaxaridlardan selluloza, dekstran, agaroz kabilarni ko'p ishlatiladi.

Sellyuloza - yuqori darajada gidrofilligi, molekulasida tarkibida gidroksil guruhlarining mavjudligi sababli turli xil o'rin almashinuvchilarni kiritish osonligi bilan xarakterlanadi. Sellyulozaning mexanik mustahkamligini oshirish maqsadida donador holatga keltiriladi va bu fermentlarni immobilashda qulay usul hisoblanadi. Donador ko'rinishdagi selluloza turli xil ion almashinuv hosilalariga oson o'zgartiriladi. Biroq selluloza kuchli kislotalar, ishqorlar va bir qator oksidlovchilar ta'siriga chidamsiz hisoblanadi.

Xitin - tabiiy aminopolisaxarid, ba'zi xususiyatlariga ko'ra sellulozani eslatadi va qisqichbaqasimonlar, hashorotlar po'sti, shuningdek bir qator zamburug'larning qobig'i tarkibiga kiradi. Sanoatda krevetka va krablarni yetishtirish jarayoni chiqindisi hisoblanganligi sababli arzon xom ashyo bo'ladi. Xitin g'ovak strukturaga egaligi, suvda erimasligi, organik erituvchilar, eritma holiday kislotasi va ishqorlar ta'siriga chidamliligi bilan xarakterlanadi. Ishqorlar bilan ishlash natijasida **xitozan** hosil bo'ladi va bu fermentlar immobilizatsiyasida qo'llaniladi. Xitozan yordamida immobilizatsiyalangan fermentlar yuqori darajada katalitik faollik nomoyon qiladi va shuningdek mikroorganizmlar ta'siriga chidamlilik xususiyatiga ega.

Dekstran - glikoz qoldiqlaridan tashkil topgan, bakteriyalar tarkibidan ajratib olinuvchi, tarmoqlangan strukturaga ega polimer hisoblanadi. Dekstran asosida ishlab chiqarilgan gellar turli xil xorijiy ishlab chiqarish firmalarining asosiy mahsuloti hisoblanadi. Masalan, Shvetsiyada ishlab chiqariluvchi "sefadeks", Vengriyada

ishlab chiqariluvchi "molselekt" kabi mahsulotlar shular jumlasiga kiradi.

Dekstran asosida tayyorlangan gellar yuqori darajada barqarorligi, turli xil kinyoviy moddalar ta'siriga chidamliligi sababli sanoatda keng miqyosda ishlatiladi. Dekstranlarga amiloza va amilopektin kabilardan tashkil topgan *kraxmal* ham kiradi. Kraxmal asosida polisaxaridlarni gidrolizlovchi fermentlar ta'siriga chidamli yangi modda – *g'ovak kraxmal* hosil qilingan.

Agaroza – fermentlarni immobilizatsiyasida turli xil modifikatsiyalar orqali iqtisodiy qimmat bo'lsada keng miqyosda ishlatiladi. Agaroza asosida xorijiy mamlakatlarda, "sefaroza" kabi moddalar ishlab chiqariladi.

Agar – bir qator suv o'tlari tarkibidan ajratib olinuvchi tabiiy polisaxarid hisoblanadi. Agarning molekulyar tarkibi to'liq aniqlanmagan bo'lsa-da, asosiy tarkibi agaroza va agaropektindan tashkil topganligi taxmin qilinadi. Agar nisbatan arzonligi va zararli ta'siriga ega emasligi bilan ajralib turadi. Bir qator agar asosida hosil qilingan hosilalar mexanik jihatdan mustahkamligi, ishqoriy muhit ta'siriga chidamliligi bilan xarakterlanadi.

Dengiz suvo'tlari asosida ajratib olinuvchi yana bir polisaxarid – *algin kislota va uning tuzlari* hisoblanib, fermentlar, hujayra va uning organlarini immobilizatsiyada keng ishlatiladi.

Geparin – kislotali muhitga ega polisaxarid hisoblanib, tibbiyotda immobilizatsiyalangan fermentlar yordamida eruvchan preparatlar olishda qo'llaniladi.

Sintetik polimer manbalari. Sintetik polimerlar juda turli tuman bo'lib, fermentlarni immobilizatsiyalashda keng miqyosda ishlatiladi. Sintetik polimerlar yordamida fermentlarni mikrokapsulalar, gellar ko'rinishida immobilizatsiyada turli xil uslublardan foydalaniladi.

Stirol asosidagi polimerlar. Bu tipdagi polimerlardan ion almashinuvchi materiallar, shuningdek mikrog'ovak va makrog'ovak materiallar kabi sorbsion immobilizatsiyada ishlatiladigan materiallar olishda foydalaniladi.

Akril kislota asosidagi polimerlar. Akril kislotaning hosilasi hisoblangan *akrilamid* fermentlar immobilizatsiyasida keng ishlatiladi. Fermentlarni immobilizatsiyada akrilamid geldan foydalanish usulida akrilamid ma'lum bir foizda ishlatilganda gelning g'ovakligi

va qattiqligi o'zgaradi. Bir qator firmalar tomonidan akrilamid va agaroz asosida immobilizatsiyada qo'llaniladigan materiallar ishlab chiqariladi.

Poliamid manbalari

Bu guruhga kiruvchi polimerlar tarkibida takrorlanuvchi amid guruhi mavjud bo'lib, ulardan fermentlarni immobilizatsiyada foydalaniladi va uning ijobiy tomonlari alohida ajralib turadi. Bularga asosan materiallarda donador ko'rinish, kukun, tolalar, quvur ko'rinishi kabi turli xil fizik modifikatsiyalarni yaratish imkoniyati yuqori ekanligi kiradi. Bu materiallar ko'proq tibbiyot maqsadlarida ishlatiladi, chunki ular inertligi, turli xil biologik ta'sirlarga chidamliligi bilan ham ajralib turadi.

Yevropada penitsillin ishlab chiqarishning bir bosqichi hisoblangan 6-amino-penitsillin kislotasi olishda penitsillin-atsilaza fermentidan immobilizatsiyalangan ko'rinishda foydalaniladi. Bunda yiliga taxminan 3500 tonna, ushbu kislotani ishlab chiqarishda esa 30 tonna qayd etib o'tilgan ferment talab qilinadi. Kraxmaldan ajratib olingan glukozaning qisman izomerlanishi orqali konsentrlangan fruktoza sharbati ishlab chiqarish jarayonida AQSH, Yaponiya va yevropa davlatlarida immobilizatsiyalangan glukozimeraza fermentidan foydalaniladi. Immobilizatsiyalangan fermentlardan foydalanishning yaqqol misoli sifatida bu jarayonda yiliga million tonnalab ushbu ko'rinishdagi sharbat ishlab chiqariladi. Bu jarayonning sanoatda keng qo'llanilishi va tayyor mahsulotning xaridorgirliigi bir qator omillarga bog'liq. Jumladan, kraxmaldan glukozaga olishning nisbatan arzonligi, fruktozaning glukozaga qaraganda shirinligi, konsentrlangan fruktoza sharbati tarkibida glukozaga va fruktozaning nisbati saxarozaga qaraganda yaqinligi va sharbat ta'mining saxarozaga o'xshash bo'lishi va boshqalar shular jumlasidandir.

Immobilizatsiyalangan fermentlar yordamida mahsulot ishlab chiqarish jarayoniga yana bir misol, bu aminoatsilaza ishtirokida amnokislotalarning olinishi hisoblanadi. Yaponiyada biotexnologiya sanoatida kolonkaga immobilizatsiyalangan ferment – aminoatsilaza ishtirokida yuzlab kilogramm miqdorda L-metionin, L-fenilalanin, L-triptofan va L-valin aminokislotalari ishlab chiqariladi. Ferment-polimer konyugatlarini analitik va klinik kimyo

sohasida ham keng ishlatiladi. Kolonkaga immobilizatsiyalangan fermentlardan turli xil substratlarni aniqlashda takroriy ravishda foydalaniladigan spetsifik katalizatorlar sifatida qo'llaniladi. Masalan, mochevina, aminokislota, glukoza, spirt va sut kislotasi kabilarni amperometrik va potensiomertik usulda aniqlashda ushbu usuldan foydalaniladi.

Yupqa ferment membranasiga tegib turuvchi elektrod elektrokimyoviy sensor sifatida qo'llanilib, aniq bir substratga nisbatan o'zgarish nomoyon qiladi. Membranaga biriktirilgan ferment kislorod, vodorod ionlari, ammoniy ioni, uglerod ikki oksid yoki boshqa shu kabi molekulalarni ajratib chiqaradi va spetsifik sensor tomonidan seziladi. Bu javob reaksiyasi natijasida ma'lum bir modaning konsentratsiyasi aniqlanadi. Ferment texnologiyasi asosan pivo ishlab chiqarish, oziq-ovqat sanoati, farmokologiya, kimyoviy ishlab chiqarish kabi sohalarda keng miqyosda qo'llaniladi va bu istiqbolli texnologiya hisoblanadi. Uning mexanizmlari hali to'liq aniqlanmagan. Fermentlardan ishlab chiqarish jarayonida foydalanish darajasi ortib borishi kuzatilmoqda va kelajakda ham bu jarayon tez sur'atlarda rivojlanishi taxmin qilinadi. Chunki hozirgi kunda dunyo miqyosida tabiiy zaxiralarning kamayib borishi, atrof-muhitning ifloslanish darajasining ortishi, energetik zaxiralar, jumladan, neft va shu kabi tabiiy zahiralar narxining ortib ketishi kabi holatlar amaliy jihatdan ushbu masala yechimiga biotexnologiya, jumladan fermentativ texnologiya yordamida erishishga katta e'tibor qaratilmoqda. Va nihoyat, bir qator immobilizatsiyalangan mikroorganizmlardan foydalanish biotexnologik jarayonda sarfxarajatlar kamayishiga olib keladi. Hujayrani immobillash usullari ham fermentlar immobilizatsiyasi ko'rinishiga o'xshash usullar yordamida amalga oshiriladi.

Immobilizatsiyalangan hujayralardan foydalanish biotexnologiyada doimiy ravishda kimyoviy jarayonni idora qilinishi talab qilinadigan, nisbatan murakkab bo'lgan fermentativ jarayonlar, masalan, sintetik antibiotiklar olishda mikroorganizmlar ikkilamchi mahsulotlaridan foydalanish usuli o'rnini bosuvchi hamda fermentativ elektrodlar, suv tahlili, chiqindilarni yo'qotish, davomli ravishda biyog'itish jarayonlari, azotofikatsiya, steroidlar sintezi va boshqa tibbiyot maqsadlarida keng foydalaniladigan usul sifatida qo'llash mumkin.

Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati

1. Альбертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др. Молекулярная биология клетки. Т. 1. М.: Мир, 1994.
2. Артамонов В.И. Занимательная физиология растений. М.: Агропромиздат, 1991. 336 с.
3. Безбородов А.М. Ферменты микроорганизмов и их применение // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
4. Березин И.В., Клесов А.А., Швядас В.К. и др. Инженерная энзимология. М.: Высшая школа, 1987. 144 с.
5. Березин И.В., Клячко Н.Л., Левашев А.В. и др. Иммуобилизованные ферменты. М.: Высшая школа, 1987. 160 с.
6. Биология наших дней. Вып. 2. – М.: Знание, 1987. 160 с.
7. Биотехнология. Принципы и применение /Хиггинс И., Бест Д., Джонс Дж. М.: Мир, 1988. 480 с.
8. Биотехнология сельскохозяйственных растений. М.: Агропромиздат, 1987. 301 с.
9. Биотехнология - сельскому хозяйству /Лобанок А.Г., Залашко М.В., Анисимова Н.И. и др. Минск: Урожай, 1988. 199 с.
10. Биотехнология растений: культура клеток. М.:Агропромиздат, 1989. 280 с.
11. Быков В.А., Крылов И.А., Манаков М.Н. и др. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов. М.: Высшая школа, 1987. 142 с.
12. Быков В.А., Манаков М.Н., Панфилов В.И. и др. Производство белковых веществ. М.: Высшая школа, 1987. 142 с.
13. Варфоломеев С.Д., Панцхава Е.С. Биотехнология преобразования солнечной энергии. Современное состояние, проблемы, перспективы // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
14. Голубовская Э.К. Биологические основы очистки воды. М.: Высшая школа, 1978. 270 с.
15. Давронов К., Зупаров М.А., Турабова Я.У. Кишлок хужалиги биотехнологияси. (маърузалар матнлари) –Т., 2000. Б 60-82.
16. Давронов К. БИОТЕХНОЛОГИЯ: илмий, амалий ва услубий асослари. Тошкент "Patent-Press", 2008. – 506 бет.
17. Иммуобилизованные клетки и ферменты. Методы / Под ред. Дж. Вудворта. М.: Мир, 1988. 215 с.
18. Казанская Н.Ф., Ларионова Н.И., Торчилин В.П. Ферменты и белковые препараты в медицине // Биотехнология. М.: Наука, 1984.

19. Каравайко Г.И. Биоготехнология металлов // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
20. Кефели В.И., Дмитриева Г.А. Биотехнология: курс лекций. Пушкино, 1989. 96 с.
21. Лаптев Ю.П. Биологик инженерия. Тошкент. «Мехнат», 1990. 186 б.
22. Мартинек К. Имобилизованные ферменты // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
23. Методы культивирования клеток. Л.: Наука, 1988. 313 с.
24. Печуркин Н.С., Брильков А.В., Марченкова Т.В. Популяционные аспекты биотехнологии. Новосибирск: Наука, 1990. 173 с.
25. Пирузян Л.А., Михайловский Е.М. Сапротрофная микрофлора в качестве продуцента биологически активных веществ для целей микробной сапротрофной фармакотерапии // Изв. АН Серия биологическая, 1992. № 6. С. 860 - 866.
26. Рахимов М.М., Якубов И.Т., Хасанов Х.Т., Абдуллаева М.М. Ферментлар инженерлиги. Укув-услубий кўлланма. Тошкент, Университет, 1996. Б. 30.
27. Рычков Р.С., Попов В.Г. Биотехнология перспективы развития // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
28. Сассон А. Биотехнология: свершения и надежды. М.: Мир, 1987. 411 с.
29. Скрыбин Г.К., Кощеенко К.А. Имобилизованные клетки микроорганизмов // Биотехнология. М.: Наука, 1984.
30. Тривен М. Имобилизованные ферменты. М.: Мир, 1983. 213 с. 27.
31. Хотянович А.В. Методы культивирования азотфиксирующих бактерий, способы получения и применение препаратов на их основе (методические рекомендации). Л., 1991. 60 с.
32. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 566 с.
33. Эрназаров Ш. Кишлок хужалиги биотехнологияси. Карши. 2004. Б 21-32
34. Юсупов Т.Ю., Давронов К.Д., Артикова Р.М. Ген ва хужайра мухандислиги биотехнологияси. Тошкент. (маъруза матнлари) 2000. Б 30-35.

MUNDARIJA

Kirish.....	3
1 Biotexnologiyaning predmeti va vazifalari.....	5
2 Biotexnologik obyektlarni tanlash.....	16
3 Biotexnologik obyektlarni ko'paytirish.....	26
4 Xujayra injeneriyasi.....	32
5 Mahsulotlarni ajratish, tozalash va modifikatsiyalash.....	39
6 Bir xo'jayralilardan oqsil ishlab chiqarish texnologiyasi.....	49
7 Fermentativ jarayonlar texnologiyasi.....	59
8 Fermentlardan foydalanish va immobilizatsiya qilish texnologiyasi.....	77
Foydalanilgan adabiyotlar ro'yxati.....	92

ILMIY OMMABOP NASHR

I. HAYITOV

BIOTEXNOLOGIYA ASOSLARI

Muharrir:	A.Xudoyberdiyev.
Texnik muharrir:	Ch.Rahmonov.
Musahhih:	A.Egamberdiyev.

IB 2045

Nashriyot litsenziya № AI 139, 27.04.2009 yil. Terishga 09.03.2010 yilda berildi. Bosishga 15.03.2010 yilda ruxsat etildi. Bichimi 60x84 $\frac{1}{16}$. Ofset qog'oz. Ofset usulda chop etildi. Shartli bosma tabog'i 4,65. shartli bo'yoq-ottisk 0,9. Nashr bosma tabog'i 6,06. 52-2010-shartnoma. 4-buyurtma. 200 nusxada. Erkin narxda.

“Nasaf” nashriyoti, 180018, Qarshi shahri,
Mustaqillik shoh ko'chasi, 22-uy.

Qarshi Davlat universiteti kichik bosmaxonasida bosildi.
Qarshi shahri, Ko'chabog' ko'chasi, 17-uy.

ISBN 978-9943-18-044-4



9 789943 180444