

ӘЛ-ФАРАБИ АТЫНДАҒЫ ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ

Г.Қ. Қайырманова

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары

Оқу құралы

Алматы
«Қазақ университеті»
2015

ӘОЖ 579 (075.8)

ББК 36Я7

У

Баспаға әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті биология және биотехнология факультетінің Ғылыми кеңесі және Редакциялық-баспа кеңесі шешімімен ұсынылған

Пікір жазған:

Тулемисова Ж.К. - биология ғылымдарының докторы, профессор
Дюскалиева Г. О. - биология ғылымдарының докторы, профессор
Мукашева Т.Д. - биология ғылымдарының докторы, профессор

Қайырманова Г.Қ.

У 95 Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары: Оқу құрал. – Алматы: Қазақ университеті, 2015. – 101 бет.
ISBN 9965-30-113-1

Оқу құралында иммобилизденген микроорганизмдер клеткалар негізінде иммобилизденген биокатализаторлардың мүмкіндіктерімен жан-жақты танысу болып табылады, зертханалық жағдайда түрлі әдістермен иммобилизденген микроб клеткаларын алу және олардың физиологиялық жағдайын бақылау тәсілдерін игеруге мүмкіндік берілді.

«Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары» оқу құралы 5В071000-Биотехнология мамандық бойынша мамандандырылатын студенттерге «Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары», «Биотехнология негіздері», «Микроорганизмдер биотехнологиясы» пәндері, сонымен қатар, микроб клеткаларын иммобилиздеу әдістерін практикада пайдаланатын басқа да мамандықтарда оқитын студенттерге және мамандарға арналып құрастырылған.

4310020000 -157

У -----

460 (05) -07

ББК.36 я7

ISBN 9965-30-113-1

© Қайырманова Г.Қ. 2015

© Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, 2015

Мазмұны

Кіріспе.....	4
1. Имобилизденген биокатализаторлардың жалпы сипаттамасы.....	6
2. Микроорганизмдер клеткаларын имобилиздеу әдістері.....	14
3. Клеткаларды имобилиздеуге қолданатын тасымалдаушылар.....	28
4. Имобилизденген микроб клеткаларының ерекшеліктері.....	42
5. Микроорганизмдердің имобилизденген клеткаларының биотехнологиялық өндірістік аспектілері.....	48
6. Имобилизденген микроб клеткаларын биоремедиация технологияларында қолданылу	56
7. Имобилизденген микроб клеткаларын ластанған ағынды суларды тазартуында қолдану.....	67
8. Қатты қалдықтарды утилизациялауда имобилизденген микроб клеткаларын қолдану.....	83
Қорытынды.....	91
СӨЖ тақырыптары.....	93
Глоссарий.....	95
Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	100

КІРІСПЕ

Иммобилизденген микроорганизмдер клеткаларын қазіргі кезде әртүрлі биотехнологиялық процестерде қолдану тиімділігі теориялық салада ғана емес, практика жүзінде де дәлелденуде.

Қазіргі кезде, биотехнология саласының келесі бағыттары қарқын дамуда:

- 1) өндірістік микробиология;
- 2) медициналық биотехнология;
- 3) технологиялық биоэнергетика,
- 4) ауыл-шаруашылық биотехнология;
- 5) биогидрометаллургия;
- 6) инженерлік энзимология;
- 7) клеткалық және генетикалық инженерия;
- 8) экологиялық биотехнология.

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары биотехнологияның Инженерлік энзимология бағытының маңызды бөлігі болып саналады. «Инженерлік энзимология» - микробиология, биохимия, биотехнология, техникалық химия және химиялық технология негізінде пайда болған жаңа ғылыми-инженерлік пән. Бұл бағыт биотехнологиялық өндірістегі биокатализаторлардың жаңа түрі - иммобилизденген ферменттер мен клеткаларды алу жолдары мен оларды қолданудың технологияларын қарастырады. Қазіргі биотехнологияларды дамытуда **иммобилизденген энзимдерді** алу түбегейлі қадам болып табылады. Энзимдерді азық-түлік өнеркәсіптік технологиялық процестерде кеңінен қолданады: глюкоза-фруктозалық сироп алуында, крахмалдан глюкоза алу үшін, сүттің сапасын жақсартуда және басқа бір қатар өндірістерде. Инженерлік энзимологияның міндеттері-клеткадан бөлініп алынған немесе онда орналасқан ферменттер мен полиферменттік жүйелердің негізінде белсенді органикалық биокатализаторларды алу. Биообъект бұл жерде – микроорганизмдердің ферменттері/ферменттік комплекстер, жеке клеткалар.

Иммобилизденген клеткалар, бос клеткалармен салыстырмалы, бір-қатар артықшылықтары арқасында биотехнологияның барлық салаларында қолданысқа ие. Тірі иммобилизденген клеткалар этанол және сірке суы өндірісінде, бағалы химиялық заттар синтезінде, ағын суларды тазалауда, кедей және шашараңқы кендерден бағалы металдарды жинақталуында табысты қолданып келеді. Көптеген әдебиеттерде иммобилизденген микроорганизмдер клеткаларының, бос клеткаларымен салыстырғанда, органикалық ыдыратуы, ксенобиотиктердің тотығуы жоғары дәрежеде жүретіндігі туралы мәліметтер бар.

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары өндірісте бірінші рет Германияда 200 жыл бұрын қолданылды: сірке қышқылын алу үшін бук ағаш қабығына микроорганизмдердің бекітілген клеткалары қолданған. XX ғасырдың 60-шы жылдарында иммобилизденген ферменттердің мүмкіндіктері туралы зерттеулер басталған болса, одан кейінгі 10 жылдан

кейін (70-шы жылдары) микроорганизмдер клеткалардың иммобилиздеу әдістерінің теориялық негіздері қарқынды дамыды. Биообъектілердің иммобилиздеу әдістерінің дамуы биохимия, молекулалық биология, микроорганизмдердің физиологиясы және биотехнология саласының жетістіктерімен байланысты. Бекітілген клеткалардың көптеген мысалдарын табиғи жағдайда (топырақ, тас бөлшектерінде, жануарлар, адам ас-қорыту жүйесінде байланысқан микрофлора, сукоймалардың тұңбалары, т.б.) кездестіруге болады.

Иммобилизденген клеткаларға үлкен қызығушылықтар келесі себептерден туындайды: иммобилизденген клеткалар бос клеткаларға қарағанда тұрақты және технологиялық процестерге бейім, иммобилизденген клеткалар негізіндегі биотехнологиялар арқылы алынған мақсатты өнімдер иммобилизденген биокатализатордан оңай және тез бөлінеді.

Экологиялық проблемаларды шешуде қазіргі микробиология және биотехнология жетістіктерінің маңызы зор. Экологиялық проблемалардың басымды бағыты - ластанған экожүйелерді тазалау. Техногенді бұзылған экожүйелердің ремедиациясында қолданылатын биотехнологиялардың негізін иммобилизденген микроорганизмдер-деструкторлар құрайды, себебі, бекітілген микроб клеткалардың түрлі экстремалды жағдайларға төзімділігі және белсенділігі жоғарылайды.

Оқу құралын жазу мақсаты студенттерді микроорганизмдердің клеткалары негізінде иммобилизденген биокатализаторларды алу әдістерінің әртүрлілігімен, бекітілген микроорганизмдер клеткаларының мүмкіндіктерімен таныстыру, зертханалық жағдайда түрлі әдістермен иммобилизденген микроб клеткаларын алу және олардың физиологиялық жағдайын бақылау тәсілдерін игеруге мүмкіндік беру болып табылады.

«Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары» оқу құралы «5В071000-Биотехнология» мамандық бойынша мамандандырылатын студенттерге «Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары», «Биотехнология негіздері», «Микроорганизмдер биотехнологиясы», «Инженерлік энзимология» пәндерінен теориялық білімдерін нығайту үшін, сонымен қатар, микроб клеткаларын иммобилиздеу әдістерін практикада пайдаланатын басқа да мамандықтарда оқитын студенттерге және мамандарға арналып құрастырылған.

1. ИММОБИЛИЗДЕНГЕН БИОКАТАЛИЗАТОРЛАРДЫҢ ЖАЛПЫ СИПАТТАМАСЫ

Ғылыми әдебиеттерде «иммобилизденген клеткалар» деген сөз «иммобилизденген ферменттер» терминімен бір уақытта пайда болды. Иммуобилизация (лат. т. *immobilis* – қозғалмайтын) - таңып тастау, орнықтыру, қозғалысын шектеу, байланыстыру қызметтерін иммуобилизация қарастырады. Кейіннен клеткалардың негізінде «иммобилизденген» мен «иммуобилизация» сөздері кең қолданысқа ие болды. Қазіргі кезде иммуобилизденген клеткалар - ортада қозғалыстан жасанды шектелінген, ал қозғалысты шектеуін қамтамасыз ететін материалды - тасымалдаушылар болып табылады.

Иммуобилизденген клеткалардың ферменттік активтілігін қолдану саласы, эмпирикалық білімдер нәтижесінде, ұзақ уақыттан бері белгілі, мысалы, 200 жыл бұрын сірке қышқылын алу үшін бук ағаш жоңқасына адсорбцияланған микроорганизмдер қолданылған. Эмпириялық білімдер («эмпирия» — грек сөзі, «тәжірибе» деген мағына береді) – белгілі процестің тиімді жолын көп қайтарым тәжірибелік жұмыстар арқылы анықталынған, бірақ, процестің теориялық мән-мағынасына түсінік жоқ. Тәжірибелік бақылау негізінде сірке қышқылын ферментацияланған субстраттан тез бөліп алу үшін ағаш жоңқасына бекінген микроорганизмдер қолданылуы тиімді екені анықталған.

Биокатализатордың жаңа түрін - иммуобилизденген, яғни байланысқан ферменттерді, полиферментті комплекстерді (клетка ішілік) жасау қолданбалы, инженерлік энзимологияның алдында жаңа көрініс ашты. Биологиялық объектілерді алғашқы иммуобилиздеу жұмыстары ферменттермен байланысты, солай, 1916 жылы Дж. Нельсон мен Е. Гриффин көмірге иммуобилизденген инвертазаның ұзақ каталитикалық белсенділігінің сақталғанын анықтаған.

Инвертаза ферментінің кондитер саласында кең қолданады: жұмсақ шоколадты кэмпиттерді шығару және инвертті сироп дайындауында. Инвертті сироп немесе инвертті қант - глюкоза және фруктозалардан тұратын ерітінді, сахарозаның гидролитикалық ыдырауында глюкоза және фруктоза пайда болатын өнім, мысалы, инвертті қант - табиғи балдың инвертазаның әсерінен пайда болатын негізгі бөлігі болып келеді. Инвертті сироп - жасанды бал, түрлі сусындар алуында қолданылады: джин, виски, сыра, шарап.

Инвертті қанттың кондитер өндірісінде қолданылуының келесі артықшылықтары бар:

- 1) жұмсақ шоколад кэмпиттеріндегі қанттың кристаллизациясын алдын алады;
- 2) кондитер өнімдерінің сақтау тұрақтылығын ұзартады және жағымсыз «құмды дәм» пайда болуынан сақтайды;
- 3) жұмсақ шоколад кэмпиттерінің өндіріс технологиясын жеңілдетеді;
- 4) пряниктердің сақтау мерзімін ұзартады және дәмін жақсартады;

5) тәтті газдалған суларда дәмін жақсартады және лайлануының алдын алады.

XX ғасырдың 20-30 жж. – бекітілген ақуыздардың, ферменттердің теориялық негіздері тәжірибелік жұмыстарда жинақталған. Тек, 1939 жылы Дж. Пфанмюллер мен Г. Шлейхке - бірінші патент иммобилизденген ферменттерді қолданылуына ұсынған – «Терілерді өңдеу үшін ағаш жонқаға бекінген протеолитикалық ферменттерді қолдану». 1959 жылы Н. Грубкофер мен Д. Шлейт бірінші рет ферменттерді иммобилиздеуінде маңызды, жаңа тәсіл қолданған (коваленттік байланыстыру), нәтижесінде белгілі мөлшерлі ферменттері бар иммобилизденген биокатализаторлар алындыған, бұл тұрақты өнім алуға мүмкіншілік берді.

Фермент – белоктық зат, барлық тіршілік процестерінің негізі - организмдегі түрлі химиялық реакцияларды тездетуші және организмдегі барлық зат алмасу реакцияларын, қызметін, әрбір клетканың және тұтас организмнің тіршілік әрекет байланыстарын реттейді, егер ферменттер биореакцияларға қатыспаса, клеткадағы химиялық реакциялар өте баяу жүрер еді.

Фермент қатысуынсыз қоректік заттардың клеткаға сіңуі мүмкін емес. Осыған байланысты ферменттерді биологиялық катализаторлар деп атайды.

Жалпы, ферменттердің құрамы, құрылымы, олардың катализдейтін реакциялары арнайы механизімен ерекшеленеді. Ферменттер көзі - өсімдіктер, жануарлар және микроорганизмдер клеткалары. Ферменттерді және олар катализдейтін реакцияларды зерттейтін биохимия бөлімі *энзимология* деп аталады, ал, ферментті және полиферментті комплекстерді өндірісте қолдану аспектілерін – инжерлік энзимология қарастырады.

Ферменттер белокты зат болғандықтан, сақтауда тұрақсыз, жылулық әсерлерге сезімтал, бірнеше рет қолданылмайды, өйткені реагенттерден және өнімнен қиын ажыратылады. Осы мәселелердің шешуі – иммобилизденген ферменттерді қолдану.

Егер XX ғасырдың 60-шы жылдары иммобилизденген ферменттердің мүмкіндіктері туралы жариялымдар шығарыла бастады, тірі микроб клеткалардың теориялық негізделген иммобилизация әдісі 70-шы жылдары қарқынды дамыды: биохимия, молекулалық биология, микроорганизмдердің физиологиясы және жаңа биотехнология саласының дамуымен байланысты.

Термин «иммобилизденген ферменттер» 1971 ж. Инженерлік Энзимология жетістіктеріне арналған 1-ші Халықаралық конференцияда (Хенникер қ., АҚШ) ресми түрінде қабылданған және де белокты молекуланың қандай болмасын қозғалысын шектеуін білдіреді.

Қазіргі кезде, ферменттерді кеңінен қолданып отырған елдер: Жапония, АҚШ, Англия, Чехословакия, Голландия, Германия. Жапонияда ферменттерді қолданудың қарқындап дамуы соншалық, одан түсетін табыс ұлттық бюджеттің 20 %-на тең келеді. Мысалы, нан пісіру саласында бір тонна қамырға небәрі 300 г фермент қосқанда оның қабаруы анағұрлым артады, нанның иісі, дәмі жақсарып, тез пісетін болады. Ферментті препараттар қамырдың ашуын тездету арқылы нан пісіруге кететін уақытты

25 %-ға дейін қысқартады. Демек, осы үнемделген уақыт ішінде тағы да бірнеше мыңдаған тонна нан өндіруге болады.

Иммобилизденген ферменттер біртіндеп өте тұрақтана түседі: айлар, тіпті жылдар бойы әрекет жасаған иммобилизденген ферменттер белгілі, олар іс жүзінде жақсы химиялық катализаторлардан кем емес. Әдетте, клеткадан бөлініп алынған бос ферменттер, қоршаған ортаға төзімсіз, тез бұзылады, өзінің белсенділігін жоғалтады және көп сатылы процестердің құны артады.

Иммобилизделген ферменттер кең көлемде аминқышқылы, витаминдер, кант, антибиотиктер және дәрілер сияқты аса тапшы азық-түліктің және жемшөптік заттар өндірісінде қолданыла бастады. Қазіргі кезде, ферменттерді қолданатын кәсіпорындар жүздеген тонна өнім шығарады (Жапония, АҚШ, Германия). Мұндай кәсіпорындарда ағаш ұнтағын, сабанды, мақта сабағын, өсімдік қалдықтарын глюкозаға айналдырады да, кейін одан жемшөптік белок немесе этил спиртіні алады. Соңғы жылдары ферменттер тұрақсыз болғандықтан, өндірісте кенінен қолданысқа ие бағыт, ол қажетті ферменттерді синтездейтін микроорганизмдерді түрлі тасмалдаушы рөлін атқарады.

Адам жүйесінің кей ауруларды емдеу үшін пепсин, трипсин, химотрипсин сияқты протеолиттік ферменттерді қолданады, оларды арнайы орынға жеткізу үшін иммобилизденген ферменттер өте қолайлы және тиімді. Былғары өндірісінде мұндай ферменттер тері өңдеу үшін және былғары шикізатын жұмсарту үшін қолданылады.

Иммобилизделген ферменттердің нативті ферменттермен салыстырғанда елеулі артықшылықтары бар. Мысалы, олар реакциялық ортадан оңай бөлінеді, бұл реакцияны кез келген уақытта тоқтатып, катализатормен ластанбаған өнімдерді алуға және фермент препаратын бір немесе бірнеше рет пайдалануға мүмкіндік береді.

Иммобилиздеуге әртүрлі жағдайдағы клеткаларды қолдануға болады, яғни тірі, зақымданған және өлі. Оларды катализдейтін реакцияның түріне тәуелді таңдайды. Мысалы, әртүрлі ферменттердің қатысуымен жүретін және АТФ, НАД, НАДФ, ФАД т.б. коферменттердің қатысуымен өтетін көп кезеңді реакцияларды зақымданған, тіпті өлі клеткалардың көмегімен жүргізуге болады.

Иммобилиздеу әдістеріне сәйкес тасымалдаушыларын іріктеп алу ферменттердің арнайылығын көрсететін - рН, температурасына тәуелділігін, және денатурациялаушы әсерлерге тұрақтылығы сияқты қасиеттерін мақсатты түрде өзгертуге болады. Бірақ, ескерту қажет, иммобилизацияның қолдану әдістері клетканың ферментативті жүйесіне әсер етпеу керек. Сондықтан иммобилизация жүргізгенде биологиялық объектілерге стресстік әсерлерді (температура, осмос, т.б.) минимумға жеткізу немесе мүлдем алып тастау.

Тасымалдаушылар ретінде ерімейтін материалдар қолданылады. Микроорганизмдер клеткаларының бекіну қабілеті нақты шарттарға байланысты тасмалдаушыларға жабыстырылады, бірақ, ескеру қажет,

микроорганизмдер клеткаларды бекіту үшін, көбею фазасында алынған кезде, яғни, «бөлінетін» дақылды иммобилиздегенде тасымалдаушы матрицасы арқылы клеткалардың қоршаған ортаға шығуы байқалады. Микроорганизмдердің иммобилизденуі қайтымсыз және уақытша болуы мүмкін.

1970-шы жылдары Mosbach (Швеция) күрделі, көпсатылы процесті – стероидтердің өзгертуін полиакриламидты гельге (ПААГ) иммобилизденген *Curvularia lunata* саңырауқұлақтар мицелиімен жүргізуге болатындығын көрсетті.

Өндірісте алғаш рет 1974 жылы «Танабэ Сейяку» фирмасы (Жапония) иммобилизденген *Escherichia coli* клеткаларымен аспарагин қышқылының алынуы, иммобилизденген аспартазаның бос микроб клеткаларымен салыстырғанда артықшылығын көрсетті.

Аспарагин (L-аспарагин қышқылы) тағамдық және фармацевтикалық өндірісте кең пайдаланады. Аспарагин қышқылы адамның бас миында кездеседі; неврологиялық активтілігін жоғарлатады. Эпилепсия ауруында бұл аминқышқылының концентрациясы адам миында жоғарлайды, ал депрессия кезінде, керсінше төмендейді, сондықтан, жүйке жүйесінің ауруларын емдеу және алдын алу үшін медициналық препараттар құрамының маңызды бөлігі болып келеді. Алғаш рет, 1806 жылы, химиялық таза аспарагин қояншөп (спаржа) шырынынан бөліп алынған. Аспарагин - кең спектрлі қосылыс, кейбір жоғары сатылы өсімдіктерде (соя), жануар ұлпасында, ақуыз өнімдерінде - ет, балық, жұмыртқа, өнімдерінде жинақталады.

Аспарагин - тағамдық өндірісте жасанды тәтті дәм бергіш зат ретінде кең пайдаланысқа ие. Ақуыздан тұратын бүкіл өнімде кездесетін аспарагин қышқылы фенилаланинмен, глицинмен (амиқышқылдар) комбинация құрған кезде аспартам пайда болады, түрлі тағамдарға әртүрлі қышқыл немесе тәтті дәм береді (сусындар, тоқаш, кәмпит). Аспарагин табиғи өнімнен бөлініп алынған алғашқы өнім.

Иммобилизденген ферменттер арқылы L-аспарагин қышқылын 1974 ж. дейін алынған. Ферментативті синтез үшін бастапқы зат ретінде фумар қышқылы және аммиак қолданылған, биокатализ бір кезеңді реакциядан тұрады — фермент қатысында аммиак молекуласы фумар қышқылының екі байланыстар орындарына қосылып, активті L-аспарагин қышқылын түзіді.

1993 ж. «Танабе Сейяку» жапониялық фирмасы құрамында аспартаза бар иммобилизденген *Escherichia coli* клеткаларын қолданып аспарагин алу процесті ірітоннажды өндіріске көшірді: өндіріс кезінде тәулігіне 1700 кг L-аспарагин қышқылы алынады.

Аспартаза продуценті *Escherichia coli* клеткалары полиакриламид гелінде фиксирленеді: иммобилизденген микроб тығыз гель 2-3 мм кубикті құрап, 1 м³ көлемді колонналық биореакторға еңгізіледі де реакторға фумарат аммоний қосылыстарын жібереді. Пайда болған қышқылданған элюат келесі жағдайларда – рН 2,8; температура 15⁰ С салқындатқанда 100 %-таза препарат күйінде кристалданған аспарагин қышқылы алынады. Процес үзіліссіз режимде және технологиялық толық орындалады.

Полиакриламид гелге иммобилизденген *Escherichia coli* клеткаларымен, иммобилизденген аспартазамен салыстырмалы, L-аспарагинді өндірістік алуында бір-қатар артықшылықтары бар:

- өнім жоғары концентрациялы және таза;
- процес кезінде бөгде микроорганизмдерге тұрақтылық көрсетеді;
- синтез нәтижесінде табиғи изомерлер түзіледі;
- технологияны үзіліссіз режимді орындалуы.

1975 ж. Ресейдің биохимия және микроорганизмдер физиологиясы институтының ғалымдары (Р.К.Скрябин мен К.А.Кошеченко) микроорганизмдердің тірі клеткаларының иммобилиздеу әдістерінің теориялық және практикалық аспектілерін көрсетті.

Отандық зерттеулер (А.А. Жұбанова және Р.К. Блиева) ХХ ғасырдың 80-шы жылдарының екінші жартысынан қазіргі кезге дейін белсенді жүргізілуде. Иммобилизденген клеткалардың көптеген экологиялық биотехнологияларда қолдануы көрсетілген: мұнаймен ластанған, калалық және өндірістік ластанған су аймақтарын тазалау.

Ақтөбе облысының «Жаңажол» кен орнының мұнай өндіру қалдықтарын арнайы полигондарда ағаш жоңқасына иммобилизденген мұнайды деструкциялаушы және мұнайды эмульгирлеуші белсенділіктері жоғары микроорганизмдер негізінде табысты биоремедиациялық жұмыстар жүргізілді (А.А. Жұбанова, Г.К. Кайырманова).

«Алтынтау-Көкшетау» алтын байыту кәсіпорының өндірістік ластанған ағынды суларына жасанды талшықтарға иммобилизденген микроб клеткаларымен тазалау жұмыстары жүргізілді (Г.К. Кайырманова, А.К. Ерназарова).

Иммобилизденген клеткалардың, бос клеткалармен салыстырмалы түрде, бір-қатар артықшылықтары бар:

- ✓ бірнеше рет қолдануы;
- ✓ жоғары белсенділікке және тұрақтылыққа ие;
- ✓ реакция барысында мақсатты өнімді тазалау және бөліп алуына аз қаржы жұмсалуды.

Биотехнологияның қарқынды дамуының бір себебі, қазбалы шикізаттардың мөлшерінің шектелуі, оған байланысты тез қалпына келетін өсімдіктер биомассасынан құнды өнімдерді биотехнологиялық өңдеумен алу қазіргі заманда өте маңызды және перспективті болып келеді.

Иммобилизденген микроорганизм клеткаларымен байланысты технологиялар биотехнология саласының перспективті бағыты болып саналады. Жоғары белсенді биокатализатор алуында органикалық химия, жоғары молекулалық химия, энзимология, химиялық технологияның жетістіктері бойынша анықталады.

Микроб клеткаларын тасымалдаушыға бекінуі бірнеше терминдермен сипатталады - *адгезия, иммобилизация, сорбция, адсорбция*. Бұл құбылыс бекінген клеткаларды түрлі салада зерттеу және пайдалануымен анықталады, адгезия – клеткалардың бекінуін биологиялық,

иммобилиздеу – биотехнологиялық, сорбция мен адсорбция - химиялық жағынан қарастыру деп түсіну қажет.

Клеткалардың түрлі субстратқа *адгезиясы* дегенде – ол микроб клетка қабықшасының құрамы және беттік құрылымдары (талшықтар, шырыш, қылшықтар, рецепторлар, т.б.) арқылы табиғи жабысу қарастырылады, микроб клеткаларының сыртқы қабат ерекшеліктері – қабықша бетіндегі функционалды топтар, шырыш дақылданған коректік орта құрамы, микроб клетка жасымен анықталынады.

Табиғи жағдайларда көптеген микроорганизмдер топырақтың, өсімдіктің, минералдардың бөлшектеріне, су қоймалары тұнбаларына, өсімдік тамырына немесе жер үсті мүшелеріне, жәндік, жануарлар, адам асқорыту жүйесінде бекінген түрінде тіршілік етеді, оларды адгезияланған (беттік құрылымдары болып қарастырылады) немесе адсорбцияланған (клетка химиялық бөлшек ретінде) клеткалар деп қарастырылады.

Клеткалардың түрлі субстратқа *адсорбциясы* (клеткалар сорбенттің беткі қабатына бекінуі) немесе *сорбциясы* (клеткалар сорбенттің ішкі қабатына ену) кезінде клетка мен тасымалдаушы химиялық бөлшектер ретінде қарастырылады: клетка-тасымалдаушы жүйенің өзіндік зарядтары, функционалды топтары, гидрофилді-гидрофобтық әрекеттесуі, - Вандер-дер-Вальс, капиллярлы күштер арқылы бекінеді.

Микроб клетка мозайкалық зарядталғаны белгілі, яғни клетка қабықшасында оң және теріс зарядталғанда топтар болады, бірақ доминанты теріс зарядты топтар болғандықтан, микроб клетканы негізінен теріс зарядты бөлшек ретінде қарастырады.

Клеткалардың түрлі сорбенттерге *иммобилизденуі* - ол клетка мен тасымалдаушыны перспективті өндірістік биокатализатор, яғни, биотехнологиялық процеске қолайлы болатындығын қарастырады, соның ішінде қысымға, үйкеу-қажуға, токсинді қосылыстарға төзімділігі, қайтара қолдануы, сондықтан «иммобилизденген клеткалар» термині клеткалардың бекінуіне биотехнологиялық көзқарас қалыптастырады.

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларының негізінде алынған биокатализаторларды келесі бағыттарда қолданады:

- 1) әртүрлі органикалық қосылыстарды трансформациялау немесе биосинтез жолымен алу: амин қышқылдар, стероидтар, көмірсулар, азоттық қосылыстарды, нуклеотидтер, ферменттер, антибиотиктер;
- 2) сыра және шарап ашытуда, иммобилизденген ашытқы клеткалары ферментацияланған субстратта этанолдың 25 % көлімді мөлшеріне төзімді, сондықтан, иммобилизденген ашытқы дақылдарын қолданып үздіксіз өндіріс құруға болатынын білдіреді.
- 3) ластанған ағынды және табиғи суларды тазалау;
- 4) ағын сулардан липидтерді және металдарды бөліп алу;
- 5) күн энергиясын ассимиляциялау;
- 6) сутектің отын элементін дайындау;
- 7) азотфиксациялауда;
- 8) электродтарды дайындау кезінде аналитикалық мақсатта қолданылады.

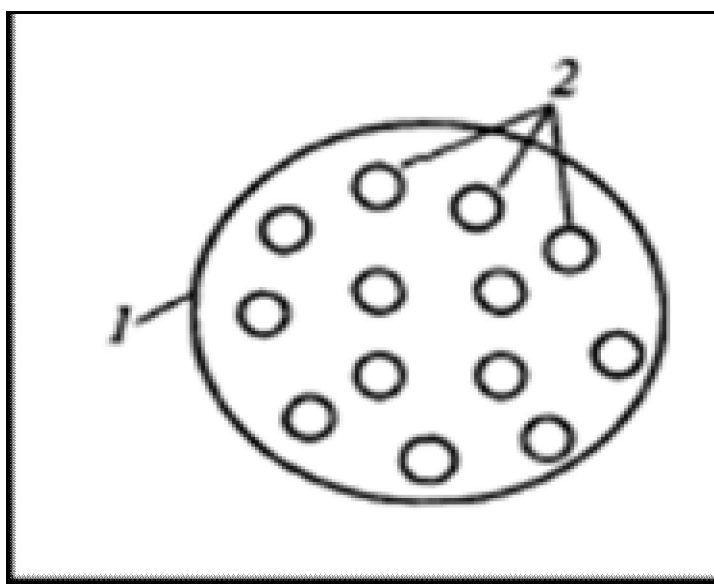
Иммобилизацияға кез келген жағдайда, яғни, тірі, өлі немесе зақымдалған клеткаларды қолдануы мүмкін. Бір стадиялық реакцияларды тірі немесе бұзылған клеткалар іске асыра алады. Полиферменттік реакцияларда тірі клеткалар қолданылады, олардың ұзақ уақыт АТФ және коферменттерді регенерациялау қабілеті бар.

Иммобилизация әдісі фермент, жасуша, жасуша органеллалары, комбинирленген препараттар сияқты биокатализаторлар түрлеріне ортақ әдіс. Бірақ оларды иммобилиздегенде олардың әрқайсысының өзіне тән қасиеттері ескерілуі тиіс.

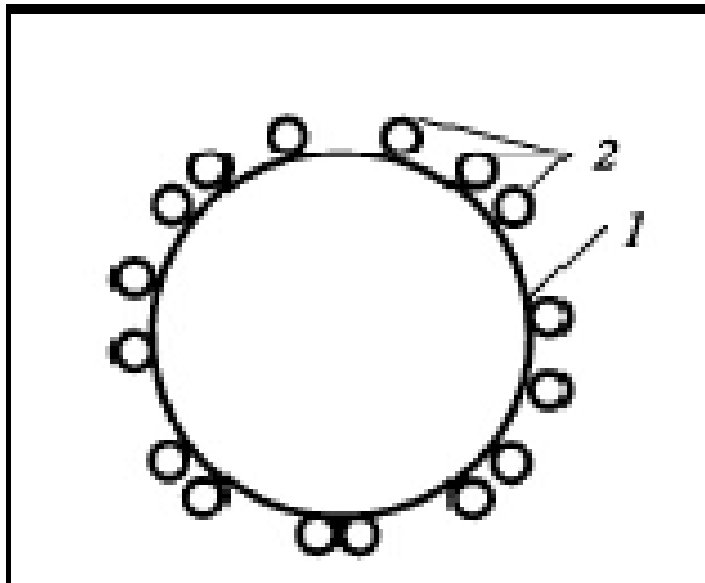
Клеткаларды иммобилиздеудің бірқатар артықшылықтары бар:

- күрделі көпсатылы процестерді жүзеге асыру мүмкіншілігі;
- микроорганизмдердің сыртқы ортаның кері факторларына (температура, қышқылдық, электролиттердің және токсинді заттардың концентрациясы, т.б.) төзімділігі;
- жергілікті микрофлорамен ығыстырылуын алдын алу.

Биотехнологиялық процестерді биокатализатордың ортадағы күйімен байланысты гомогенді және гетерогенді биокатализге бөледі. Биокатализатор – биохимиялық процесстерді жылдамдататын биологиялық заттар, бірақ реакция барысында өзгермейді. Гомогенді және гетерогенді биокатализ нұсқасы 1 және 2 суреттерде көрсетілген. Гомогенді биокатализ - катализатор және субстрат (реакцияға түсетін заттар) бір фазалық жағдайда болады – «коллоид/сұйық ерітінділер», мысалы, бос клеткалар және ферменттер сұйық ортада. Гетерогенді биокатализ, 2 суретте келтірілген, катализатор және субстрат ортада екі түрлі фазалық жағдайда кездеседі, биообъектілер қатты тасымалдаушыға бекінген түрде, ал субстрат - сұйық күйде, сонда екі фаза «қатты/сұйық» байқалады.



Сурет 1 - Гомогенді биокатализ нұсқасы (бос биообъектілер)
1 - субстрат (S); 2 - фермент/клеткалар



Сурет 2 - Гетерогенді биокатализ нұсқасы (иммобилизденген биообъектілер)
1 - тасмалдаушы грануласы, 2 - фермент/клеткалар

Сонымен, инженерлік энзимологияда гетерогенді биокатализ дегенде, иммобилизденген биообъектілерді, ал гомогенді биокатализ - бос биообъектілерді ескереді.

Антропогендік әр түрлі іс-әрекеттердің нәтижесінде қоршаған ортаның түрлі ластаушылары – тұрмыстық және өндірістік қатты және сұйық қалдықтар, мұнай өнімдері, пестицидтер мен минералды тыңайтқыштар, ауыр металдар, радионуклидтермен көптеп ластануда.

Қоршаған ортаны ластаушы заттардан тазалау барысында иммобилизденген микроорганизмдерді кеңінен қолданады.

Сонымен, қазіргі кезде иммобилизденген биокатализаторлар биотехнологияның әр түрлі салаларында, соның ішінде, құнды қосылыстар алуында, су мен топырақтың биологиялық тазалау сияқты маңызды, көп масштабты процестерде қолданылады.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Иммобилизденген биокатализаторлардың ашылу тарихын сипаттаңыз.
2. Иммобилизденген микроб клеткалармен алғашқы жұмыстарына сипаттама беріңіз.
3. Иммобилизденген биообъектілер туралы бірінші жұмыстарды қарастырыңыз.
4. Микроорганизм иммобилиздеуде қолданатын келесі терминдерге: адгезия, адсорбция, сорбция, иммобилизация түсініктеріне сипаттама беріңіз.
5. Иммобилизденген клеткалардың артықшылықтарын атап көрсетіңіз.
6. Гомогенді және гетерогенді биокатализ процестерін қарастырыңыз.

7. «Адгезия», «адсорбция», «иммобилизация» терминдерінің айырмашылығын түсіндіріңіз және «иммобилиздеу» түсінігінің ресми түрінде пайда болуын қарастырыңыз.
8. Иммобилизденген биообъектілердің пайдалану тиімділігін дәлелдеңіз.
9. Клеткалардың түрлі сорбенттерге иммобилиздеу процесін түсіндіріңіз.
10. Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларының негізінде алынған биокатализаторларды қолдану бағыттарын көрсетіңіз.
11. Биокатализаторлар және оның түрлеріне сипаттама беріңіз.

2. МИКРООРГАНИЗМДЕР КЛЕТКАЛАРЫН ИММОБИЛИЗДЕУ ӘДІСТЕРІ

Биологиялық объектілерге иммобилиздеу процесін жүргізгенде, нәтижесінде, тасымалдаушымен микроб клеткалар арасындағы байланыстар берік, сенімді ұсталынуы қажет. Тірі иммобилизденген микроорганизмдер клеткалар мен жұмыс жасағанда субстрат-биокатализатор жүйесінде қоректік, газ тәрізді заттар мен қамтамасыз етілуі өте маңызды, сондықтан масса- (қоректік заттар, метаболиттер) және газалмасу процестерінде тасымалдаушы-клеткалар-субстрат арасында диффузионды кедергі болмауы керек. Сондықтан иммобилизация әдістері тасымалдаушыға бекінген микроб клетканың жағдайына байланысты классификацияланады.

Микроб клеткаларының иммобилиздеу процесстері химиялық, физикалық және механикалық әдістерге бөлінеді.

Химиялық әдістер (ковалентті байланыстыру). Химиялық әдіс биоматериал мен тасымалдаушы арасындағы коваленттік байланыстың түзілуін қамтиды. Химиялық реагенттердің таңдалуы және тасымалдаушы материалының молекула байланыс типтерімен байланысты.

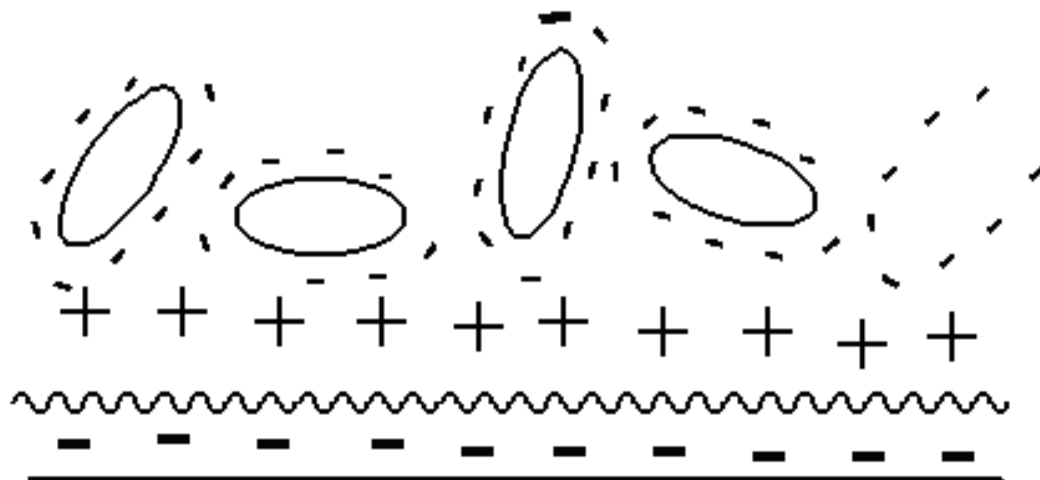
Өндірістік иммобилизденген биокатализатор алуудағы ең көп қолданылатын химиялық әдіс – ол биообъект пен тасымалдаушы арасында иммобилиздеу барысында коваленттік байланыстар түзеді. Биообъектілер тасымалдаушыға түрлі реагенттер арқылы «тігіледі» (сшивка, спейсер), олардың орнында көбінесе бифункционалды және полифункционалды қосылыстар қолданады - бромциан, гидразин, сульфурилхлорид, глутарлы диальдегид және т. б.

Әдісті іске асырудың үш этапы бар:

- 1) тасымалдаушының беттік модификациясы мен тазалануы, қабатқа қажетті функционалды топтағы байланыстың түзілуі.
- 2) биоматериалды енгізу;
- 3) әлсіз бекітілген молекулаларды таза ерітіндімен шаю.

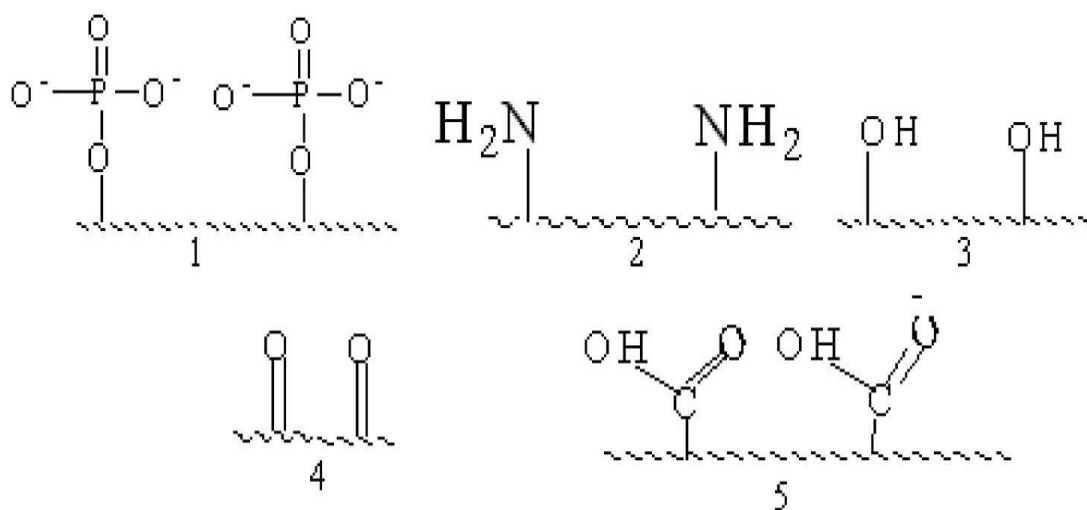
Бұл әдістер тасымалдаушының байланысуға қабілетті топтары мен клеткалар арасында бифункционалды реагенттер арқылы ковалентті байланыстар түзулуіне негізделген (Сурет 3). Әдетте қолданылатын бифункционалды реагенттер тірі клеткаларға улы әсерлі болғандықтан, қазіргі кезде, тасымалдаушыларды алдын ала, яғни, клеткаларды

иммобилиздеуге дейін түрлі ББЗ (беттік белсенді заттар) - гексаметилендиамин, карбодиимид және т.б. қосылыстармен өңдейді.



Сурет 3 - Микробтық клеткалардың тасымалдаушылармен әсерлесуі

Микроорганизм клеткаларының беттік функционалды топтарының құрылымының нұсқасы көрсетілген (Сурет 4).



Сурет 4 - Микробтық клеткалардың беттік функционалды топтарының құрылымы

1-фосфорқышқылды, 2-аминотоптар, 3- фенолды (гидроксилді). 4-карбонилді (хиноидты), 5-карбоксилді

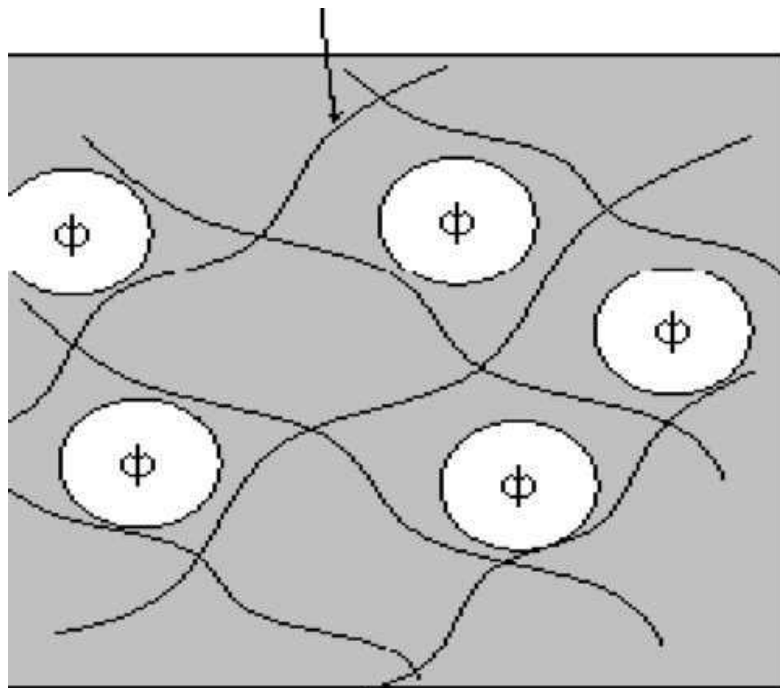
Химиялық әдістің негізгі артықшылығы, ол фермент пен тасымалдағыш арасында берік және қайтымсыз байланыстар пайда болуы. Сонымен қатар, келесі маңызды кемшілігі анықталған: химиялық байланыстың түзілуіне биообъектілердің функционалды топтары қатысып, олардың құрылымы өзгеріп активтілігі төмендеуі мүмкін, кейбір жағдайда биообъект тіршілігін жоғалтады.

Бір кезеңді процестерді катализдейтін өлі немесе тірі клеткалар, мысалы, глюкозаны изомерлеу процесін бір-біріне альдегид немесе амин түріндегі полифункциональды агенттер көмегімен байланыстырады, пайда болған берік коваленттік байланысты химиялық көлденең байланыстыру деп атайды. Сонымен, тасымалдаушыға көлденең/коваленттік тігілген *Streptomyces olivaceus* клеткаларының глюкоизомераздық белсенділігі биореакторда 40 тәулікке дейін метаболиттік белсенділігін және тұрақтылығын көрсеткен. Тірі клеткалар үшін химиялық әдістер көбінесе токсикалық әсерлі болғандықтан, коваленттік «тігісті» әдіс микроорганизмдердің тірі клеткаларын иммобилиздеуіне сирек қолданылады.

Механикалық әдістер. Иммобилиздеудің механикалық әдістері микроб клеткаларын микрокапсулдеу және әртүрлі гельдерге, мембраналарға енгізуге негізделген.

Биообъектілерді гелге еңгізу – тасымалдаушы ішінде немесе тасымалдаушының көлеміне биообъектті иммобилиздеуі. Гельге қосу жолымен ферменттерді иммобилизде болып табылады. Полимер гелді үш өлшемді құрылымға енгізу тәсілімен ферменттерді иммобилизациялау өзінің қарапайымдылығымен және ерекшелігімен кең таралған. Тәсіл жеке ферменттерді иммобилизациялауға ғана емес, мультиэнзимді комплекстерді де және интактты жасушаларды да иммобилизациялауға қолданылады. Бірінші жағдайда, ферментті мономердің сулы ерітіндісіне енгізеді, кейін полимеризация өткізеді, нәтижесінде ұяшықтарында молекулалық ферментпен полимерлі гелге қосылған кеңістікті құрылым пайда болады. Екінші жағдайда, ферментті дайын полимерлі ерітіндіге салады, оның нәтижесінде гел қалыптасқан жағдайға өткізеді. Бірінші нұсқада полиакриламидтің, поливинилді спирттің, поливинилпирролидоннің, силикагелдің гелдері қолданылады, ал екіншіде – крахмал, агар – агар, каррагинан, агароза, кальций фосфат гелдерін пайдаланады.

Гельде полимерлік шынжырлар арасындағы кеңістік сумен толтырылған, гелдің барлық көлемімен салыстырғанда, полимердің мөлшеріне және табиғатына байланысты су 50-90 % құрайды. Акрил қышқылының полимерлері негізіндегі гелдер кең қолданылады. Полимерлі гелдің торшасының ішінде иммобилизденген ферменттер нұсқасы келтірілген (Сурет 5).



б

Сурет 5 - Полимерлі гельдің торшасының ішінде иммобилизденген ферменттер

Әдіс мәні - биообъект гельді құрайтын тығыз орналасқан полимерлік шынжырлардан тұратын торшаға еңгізіледі. Қосқан биообъект мөлшері гелдік көрші полимерлік шынжырлар орташа қашықтығынан үлкен, сондықтан ол полимерлік матрицадан шыға алмайды, яғни иммобилизденген күйде болады.

Акрил қышқылының полимерлері негізіндегі гелдер кең қолданады. Берілген нұсқада, түрлі пішінді полимерлі гельдің торшасының ішінде иммобилизденген клеткалар көрсетілген (Сурет 6).



Сурет 6. Түрлі пішінді полимерлі гельдің торшасының ішінде иммобилизденген клеткалар

Сыртқы орта мен клетка арасындағы иммобилизацияда тасымалдаушы материалының қабықшасы соңында пайда болады. Осы қабықша арқылы

клетка мен орта арасында диффузионды-басқарылатын қоректік заттардың транспорты және метаболиттердің қарсылығы жүзеге асатын зат алмасу процесі жүреді. Берілген нұсқада клетка иммобилизациясында тасымалдаушы ретінде полимерлі гель, не полимерлі пленка, не полимерлі талшықтар пайдаланылады.

Гельде ферментті иммобилизациялау тасымалдағыш көлемінде энзимнің бірқалыпты бөлінуін қамтамасыз етеді. Көпшілік гельді матрицалар жоғары механикалық, химиялық, жылулық және биологиялық тұрақтылыққа ие және оның құрлымына енген ферментті көп қайтара қолдану мүмкіндігін қамтамасыз етеді. Алайда, бұл тәсіл суда ерімейтін субстраттарда ферменттерді иммобилизациялауда жарамсыз болып табылады.

Гельге клеткаларды енгізген кезде, клеткалар полимерлік тордың ұяшығына (бөлшегіне) байланысқан болуы керек. Ол тордан клеткалардың өзі шығып кетпеуі керек, ал субстрат өту керек. Ферменттердің жағдайы бойынша, енгізу процедурасын полимерлену (ПААГ) реакциясының процесінде немесе полимер ерітіндісі (альгинат, каррагинан және т.б.) түзіліп жатқан кезінде жүргізеді, немесе дайын гель блогына клеткалық суспензияны сіңіреді.

Клеткаларды иммобилиздеудің әмбебап және кең тараған әдісі-оларды ПААГ-қа енгізу әдісі болып табылады, бұл кез-келген тәсілде клеткаларды тасымалдаушының сыртқы көлеміне бірдей тегіс таратуға жауап береді. Әдетте қажетті көлемді ұяшықтары бар, елек арқылы механикалық бөлшектер алынған гелдердің түйіршікті түрін қолданады. Оның артықшылықтары - дайындалуы қарапайым, бағасы салыстырмалы түрде арзан, кез-келген көлемді клеткаларды кез-келген көлемде енгізу мүмкіндігі бар, клеткалардың жеткілікті фиксациясы, түйіршіктердің қажалуға төзімділігі, микроорганизмдердің әсеріне инерттілігі.

Цирконий туындыларынан түзілген гельге енгізудің мысалдары белгілі. Бірақ, гель түзілу процесі pH 2-5 болғанда жүретіндіктен, мұндай тасымалдаушылар тек қышқылдарға төзімді бактериялар үшін қолданылады. Жапондық ғалымдар клеткаларды каррагинан геліне иммобилиздеу әдісін ұсынды. Каррагинан-полисахарид, гель түзілу процесінде 1 валентті металл иондары қатысады.

Полисахаридтік геліне қосылған клеткалар тіршілікке қабілеттілігін ұзақ уақыт бойы сақтайды және олар қоректік ортада полимердің беткі қабаттарында көбейе алады. Осы гелдердің ерігіштік қабілеті тордың ішіндегі клеткаларға сандық есеп жүргізуге мүмкіндік береді. Кемшілігі-полисахаридтік гелдердің көбісінің төмен механикалық төзімділігі. Микроорганизм клеткаларын поливинил спирті, триацетат, сұйық мембраналар және т.б. гелдерге енгізуге болады.

Микрокапсулдеу әдісі. Микрокапсулдеу тәсілі 1964 жылы АҚШ ғалымы Т.М. Чанг ұсынған: ферменттің сулы ерітіндісі тұйықталған микрокапсуланың ішіне қосылады, ал микрокапсуланың қабырғалары жартылай өткізгіш полимерлерден құрастырылған. Ферменттің сулы микрокапсуласының бетінде мембрананың пайда болуының механизмінің

бірі, ол, екі қосылыстың фазааралық поликонденсациясы - оның бірі суда еріген, екіншісі - органикалық фазада. Мысалы, поликонденсация жолымен фазалардың бөліну бетінде гексаметиллендиамин-1.6 (сулы фаза) және себацион қышқылының голгенангидридi (органикалық фаза) микрокапсуланың түзілуі. Алынатын капсулалардың көлемі 10-100 микрометр, ал мембрана қалыңдығы - микрометрдің жүзден бірі.

Микрокапсулдеу арқылы сұйық, газ және қатты заттардың азғантай мөлшерін - микроннан миллиметрге дейін алуға және қолдануға болады. Сондықтан да микрокапсулдау ғылыми-техникалық проблемаларды халық шаруашылығының көптеген салаларында жаңаша, ұтымды жолдармен шешуге әсер етіп отыр.

Теориялық анализ бен эксперименттік зерттеулер, мысалы, химиялық тазалау және жуу процестерінде микрокапсулдік препараттарды қолдану перспективасы зор екенін айқын көрсетіп отыр. Оларға микрокапсула желімі қондырылған маркаланған ленталар, дақ кетіргіш микрокапсулалар, микрокапсулалық өрт сөндіргіштер, жуу, ағартқыш микрокапсулалары, кілем, мебель тазалауға арналған микрокапсулалар жатады. Әр түрлі микрокапсулді желімдер шығарылады, олар суық және нүктелік желімдеу әдісі үшін қолданылады. Микрокапсулдік желімдеу әдісін, әсіресе аяқ киімдерді жөндеу, ұлтан дайындау, қалыпқа салып созу, лактау кездерінде кеңінен қолдануға болады.

Тұрмыс техникасын жөндейтін мекемелерде микрокапсулдік герметиктер, коррозия ингибиторлары, майлау материалдары, дақ-тоттарды кетіргіш препараттар кеңінен қолданылады. Үйді жөндеу кезінде мысалы, микрокапсулді желімі бар тұсқағаздар, линолеумдер, жапқыш материалдар қолдану, еңбек өнімділігін және сапасын әлдеқайда арттырады. Микрокапсулдеу әдісін шпаклевкалау, жарықты бітеу, еденді бояу, плиткаларды желімдеу, бояу және ақтау жұмыстарында да қолдану перспективасы үлкен екені дәлелді.

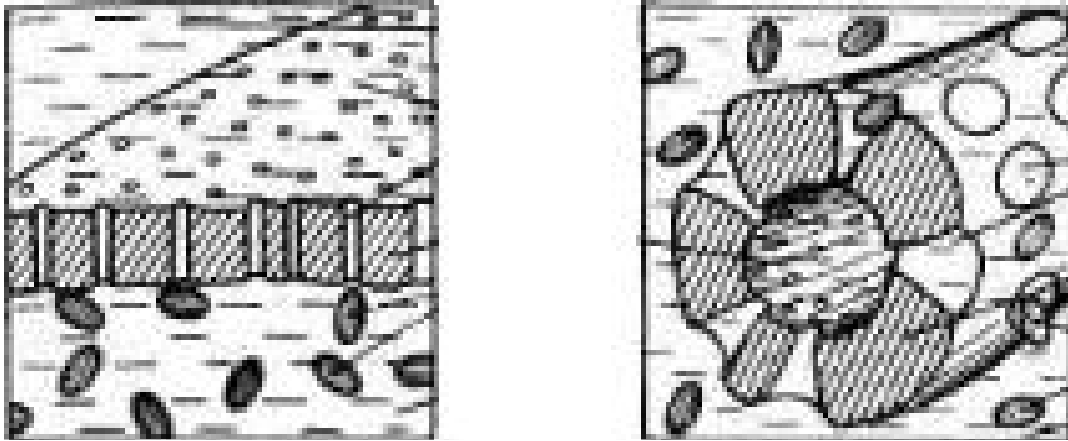
Микрокапсулдеу әдісінің артықшылығы:

- қарапайымдылық;
- универсалдылық;
- нативті ферменті көп қайтара қолдану мүмкіндігі;
- әдіс арқылы жеке ферменттер ғана емес, мультиэнзимді комплекстер, толық клеткалар және клеткалардың жеке фрагменттерін иммобилиздеуге болады.

Сонымен қатар, микрокапсулдеу әдісінің кемшілігі - капсулденген ферменттер жоғары молекулалы субстраттарды айналдыра алмауы.

Мембранды технология әдістері. Мембранды технологияны қолданып, жартылай өткізгішті мембраналармен биореактордың белгілі бір аймағында биомассаны жинақтау үшін бекітеді.

Мембранды технологияларда келесідей жүйелер қолданылады: жазық мембраналар, борпылдық қуысты талшықтар және микрокапсулалар. Жартылай өткізгіш мембрананың ішінде иммобилизденген клеткалардың нұсқасы берілген (Сурет 7).



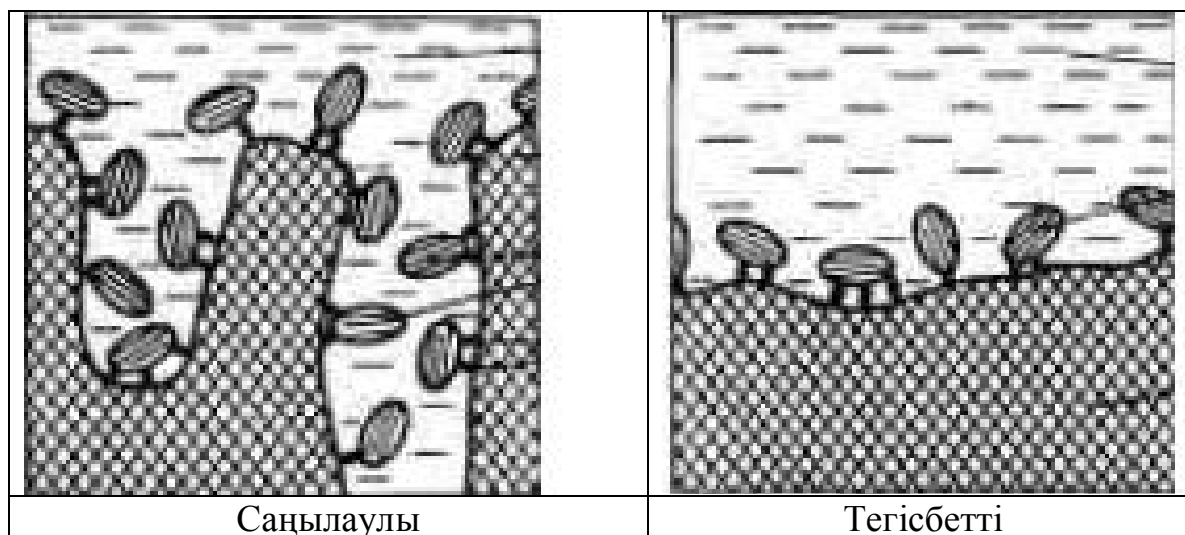
Сурет 7 - Жартылай өткізгіш мембрананың ішінде иммобилизденген клеткалар

Жартылай өткізгіш мембрананың саңылаулары маңызды рөл атқарады – субстрат және өнімдер өте алатын болуы керек, ал клеткалар бекінулі көлемде ұсталынып қалуы қажет. Бұл жерде клетка тікелей ортада тасымалдаушымен тек беттік мембрананың қабықшасы арқылы байланыста болады; басқа клеткалар концентрациясы айтарлықтар жоғары болмаған кезде, қозғалысында ешқандай қиындықтар болмайды.

Физикалық әдістер. Микроорганизм клеткаларының физикалық иммобилиздеу әдістеріне – клеткалардың тасымалдаушыларға адсорбциялық бекіну және микроорганизмдердің бір-біріне бекініп агрегациялау, тасымалдаушының рөлін клеткалардың өздері атқарады, агломераттар (флокулалар) түзеді.

Адсорбциялық иммобилиздеу кезінде, микроб клеткалар әртүрлі бетті - саңылаулы және тегіс құрылымды тасымалдаушыларға жабысу қабілеттіліктерімен бекінеді. Табиғатта микроорганизмдер және олардың ассоциаттары (серіктестері) бос күйінде емес, мысалы, топырақ, тас бөлшектің, тұнбаларда, өсімдіктерде адсорбцияланған күйде кездеседі.

Саңылаулы және тегіс тасымалдаушылар бетінде микроб клеткалардың адсорбциялық иммобилиздеу нұсқасы көрсетілген (Сурет 8). Түрлі тасымалдаушылардың бетінде микро-, мезо- және макросаңылаулар болады. Микроб клеткаларының иммобилиздеудің адсорбциялау әдістер негізі - клеткалар броундық қозғалысы есебінен тасымалдаушылар матрицаның тереңіне еніп, макросаңылаулардың қабырға беттерінде бекінеді.



Сурет 8. Саңылаулы және тегіс тасымалдаушылар бетінде клеткалардың адсорбциялық иммобилиздеуі

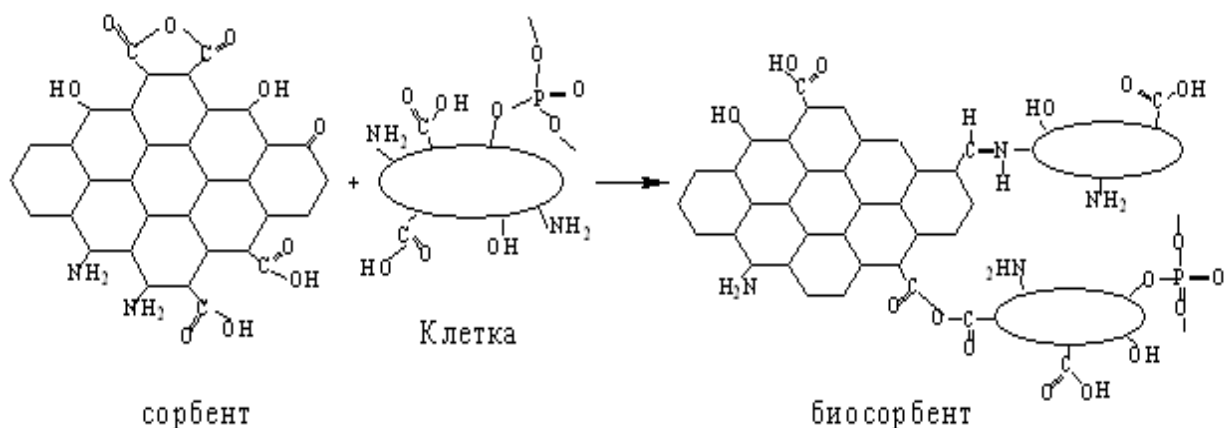
Иммобилиздеудің адсорбциялық тәсілдері негізінде әдістемелік қарапайым және «жұмсақ», клеткаға кері әсері болмайды. Физикалық адсорбция кезінде бөлшектер табиғаты бойынша Ван-дер-Ваальс күшінің (диполь-дипольды), сутектік, иондық байланыстардың әсерінен тасымалдаушы бетінде ұсталып қалады. Иммобилиздеудің адсорбция әдісі клеткалардың бір-бірімен қосылу, жабысу мүмкіндігі немесе сәйкес беткейлерде адсорбциялану қабілетіне негізделген. Клеткалардың тасымалдаушыға бекіну дәрежесі адсорбенттің химиялық табиғатына тәуелді, оның пішініне клеткалық беткейлердің сипатына және иммобилизация процедурасын жүргізу жағдайының сипаттамасына байланысты.

Адсорбент ретінде әр түрлі органикалық және неорганикалық тасушылар қолданылуы мүмкін – әр түрлі полимерлер, керамика, құм. Қазіргі кездегі кезеңде полимерлі химияның дамуы тұрақты модифицирлеуге немесе мақсатты бағытта ұсақ саңылаулы сорбентті белгілі өткізгіштігімен, гидрофильділігімен және жоғары химиялық тұрақтылығымен ерекшеленетін жоғары қабаттарда арнайы функциялық топтарды таңдау термикалық стерилизация жасау үшін жеткілікті.

Микроб клеткаларын тасымалдаушыларға адсорбция немесе хемосорбциялық байланысу (жабысу) жолымен иммобилиздеу. Бұл әдіс бойынша биообъектіні бейорганикалық (ұсақ саңылаулы әйнек, құм, күйдірілген топырақ, керамика, титан гидроксиді, циркония, темір және т.б.) және органикалық (целлюлоза, хитин, полиэтилен, полистирол) тасымалдаушылардың беткі жағына статикалық немесе араластыру жағдайда диффузия арқылы жабысады.

Клетка мен сорбенттің адсорбциялық өзара әрекеттесуі сурет 9 көрсетілген. Белгілі, микроорганизм клеткаларының беті біркелкі емес, әрқайсысының өзіне тән мозайкалық құрылым, бетінде күрделі ақуызды комплекстер, липидтер, полисахаридтер араласып, гидрофилді-гидрофобты

аудандарын анықтайды. Сондай-ақ, адсорбенттердің бетінде гидрофилді немесе гидрофобты зарядталған топтар кездеседі. Сондықтан клеткамен тасмалдаушы арасында хемосорбция байланыстар арқылы адсорбция пайда болады.



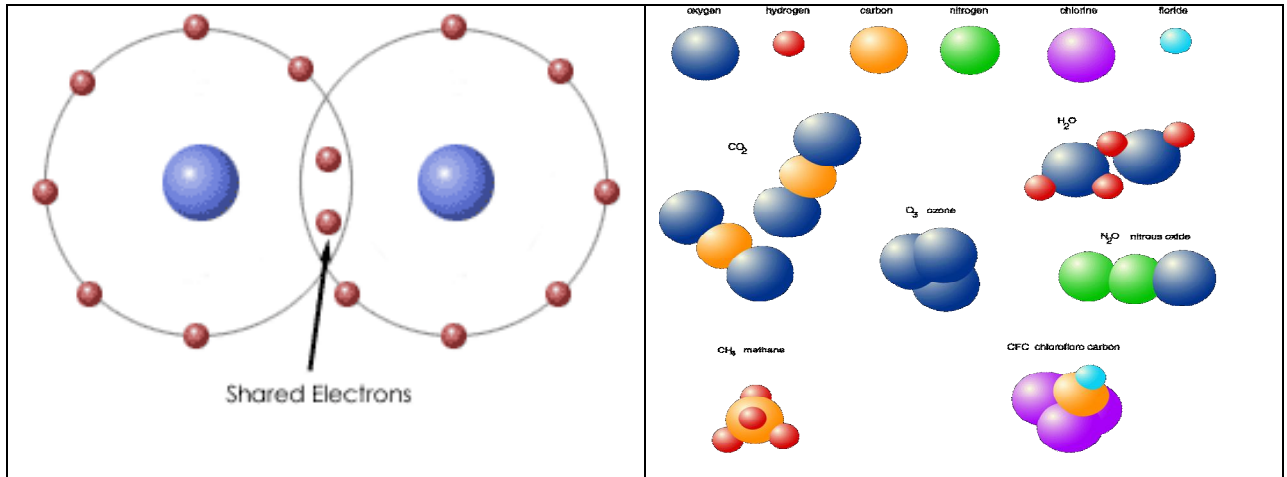
Сурет 9. Клетка мен сорбеттің адсорбциялық өзара әрекеттесу

Байланысу механизмдері әртүрлі және де тасымалдаушымен биокатализатор арасындағы байланыстарының беріктігіде әртүрлі. Қатты субстратта клеткалардың өсуі олардың фиксациясына негізделген.

Адсорбенттердің және клетка бетіндегі қасиеттердің әр түрлі болуы, адсорбциялық байланыстар мен адгезия күштерінің әр түрлі болуына әкеледі. Клеткалардың адсорбент бетіне бекінуі келесі факторлармен анықталады:

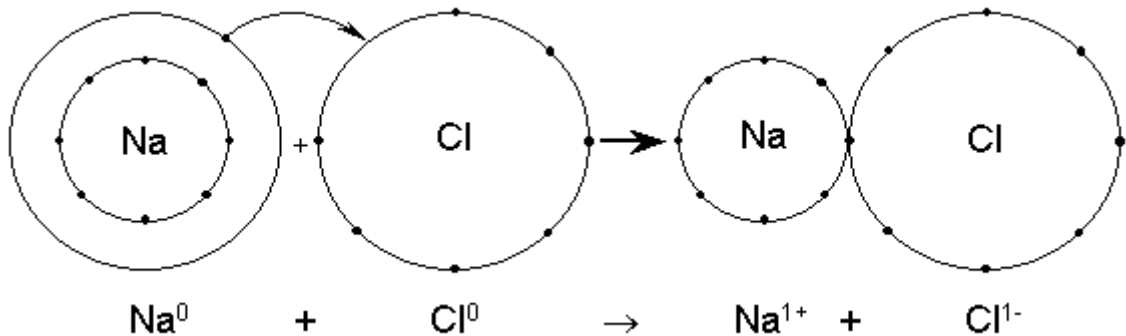
- адсорбент пен клетка бетінің арасында химиялық байланыстар түзу (хемосорбция);
- иондық жұп немесе триплет түзу арқылы ион –ионды байланысуы;
- зарядталған клетка бетімен адсорбент арасындағы электростатикалық байланыстар;
- ван-дер-вальс күштерімен;
- электролит, гидратациялық эффект, капиллярлы күштермен әсер ету;
- флокуляция және коагуляция;
- гидрофобты әрекеттесумен;
- биоспецификалық адсорбциямен.

Хемосорбция. Имобилиздеудің бұл бекінуі түрі клеткалардың адсорбентпен ковалентті байланыспен байланысуына негізделген. Хемосорбциялық имобилиздеу кезінде арнайы клетка мен адсорбентті байланыстыратын арнайы агенттің керегі жоқ. Хемосорбция нұсқасы келтірілген (Сурет 10), көрініп тұрғандай хемосорбция кезінде тасымалдаушының матрицасы клеткаларды ковалентті байланыс арқылы ұстап тұрады. Байланыстар тасымалдаушы мен клетка қабығының арнайы функционалды топтары арқылы орнатылады. Хемосорбцияның нағыз ковалентті имобилиздеуден айырмашылығы, байланыстың берік болмауында.



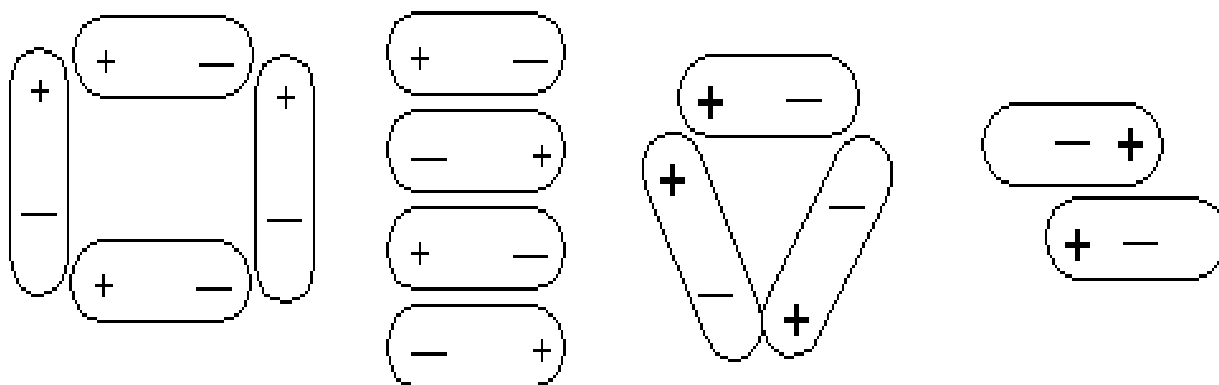
Сурет 10. Хемосорбция нұсқасы

Адсорбцияның ион–ионды механизмі. Клетка қабығының беті жалпы теріс зарядқа ие. Сондықтан адсорбцияның ион–ионды механизмінде адсорбент ретінде анион алмастырушыларды қолдану, бұл әдістің артықшылығы болып табылады. адсорбцияның ион–ионды механизмінің Na^+ и Cl^- иондарының пайда болуы көрсетілген (Сурет 11).



Сурет 11. Na^+ и Cl^- иондарының пайда болуы

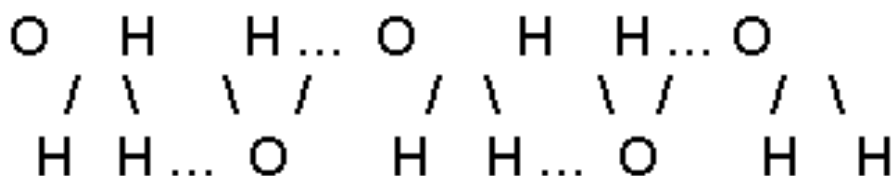
Электростатикалық және Ван-дер-вальс күштері арқылы клеткалардың адгезиясы. Клетка сыртқы қабаттарымен адсорбент арасында электростатикалық күшпен қатар, физикалық Ван-дер-вальс күші әсер етеді. Ол бейтарап молекулалар аралығында пайда болатын күштер, егерде олардың арасындығы байланыс мөлшері молекулалардың мөлшерінен кіші болып аралары қашықтап кетсе, бұл күштер жоғалады, сондықтан клетка және тасмалдаушы арасында электростатикалық және Ван-дер-вальс әрекеттесуінде химиялық байланыс түзілмейді (Сурет 12), тек молекулалардың әрекеттесу күштерімен байланысады.



Сурет 12. Полярлық молекулалар арасындағы өзара әрекеттесу нұсқасы

Сутек, капиллярлы күштер. Клеткалардың адсорбция процесін адсорбенттің беттік энергиясында қарастыру керек. Адгезия процесін бағалау үшін келесі жағдайларды ескеру керек. Егер адсорбенттің беттік энергиясы төмен болса, онда көптеген клеткалар адсорбцияға ұшырайды, бірақ берік болмайды. Ал егер адсорбенттің беттік энергиясы жоғары болса, онда олардың бетіне клеткалардың аз мөлшері адсорбцияланады және адсорбция өте берік болады. Адгезиялық әрекеттесудің беріктілігі мен адсорбцияланған клеткалардың мөлшері адсорбент және клеткалардың беттік энергияларының қатынасына байланысты.

Молекулалар арасындағы сутек байланыстары молекулалар негізінде түрлі агрегаттардың пайда болуына әкеледі. Су молекулалар арасындағы сутек баланыстар нұсқасы көрсетілген (Сурет 13), көрініп тұрғандай су молекулалар арасындағы сутек байланыстары нүктелермен көрсетілген.

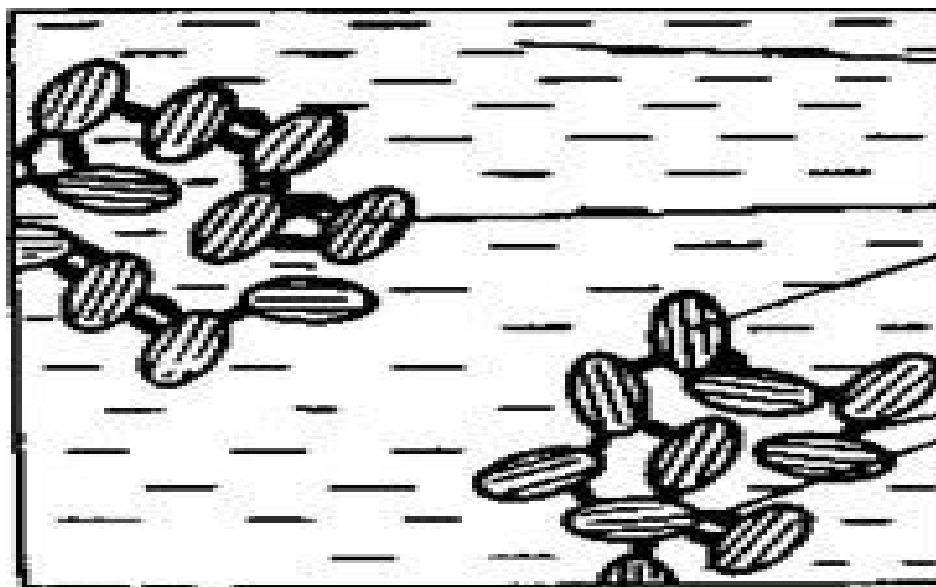


Сурет 13. Су молекулалар арасындағы сутек баланыстар нұсқасы

Клетка адгезиясының беріктігі мен жылдамдығы адсорбент ылғалдылығына байланысты. Клеткалардың адсорбциясы қоршаған ортада ауаның ылғалдылығы 98-99 % болған кезде, адгезия беріктігі анағұрлым максималды болады: қоршаған ортадағы ылғал адсорбент бетіне су буының конденсациялануын қамтамасыз етеді. Сол кезде адгезиялық байланыстың беріктігі мен жылдамдығына әсер ететін капилляр күштері пайда болады. Сонымен, адсорбцияға әсер ететін капилляр күштері қосымша фактор болып табылады. Булары клетканың адсорбентпен әрекеттесу аймағын қоршап тұратын сұйықтықтың беттік тартылуы жоғары болған сайын және адсорбент бетінің шайылуы жоғары болған сайын капилляр күштері де жоғары болады.

Иммобилиздеудің адсорбциялық тәсілдің кемшілігіне, фермент, клетканың тасымалдағышпен байланысуының берік еместігін жатқызуға болады. Иммобилизация жағдайларының өзгеруінде ферменттің десорбциясы, оның шығындалуы және реакция өнімінің ластануы өтуі мүмкін. Биообъект пен тасымалдағыштың байланысу беріктігін жоғарлату үшін, тасымалдағышты модификациялау арқылы мүмкін, мысалы, металл иондарымен өңдеу, көпфункционалды агенттермен – полимерлермен, ақуыздармен, гидрофобты қосылыстармен, липид моноқабатымен және т.б). Кейде керісінше, биообъект модификацияға ұшырайды, нәтижесінде оның биологиялық белсендігі төмендейді.

Микроб клеткаларының агрегациялауы - тасымалдаушының рөлін клеткалардың өздері атқарады, микроорганизмдер клеткалары бір-біріне бекініп агломераттар (флокулалар) түзеді. Флокулалардың бекінген беті немесе беттік бөлігі сыртқы ортамен (сұйық немесе газтәрізді метаболиттермен) еркін ауысады, жуылады, микроорганизмнің тіршілігіне қажетті қорек тұтынуы және метаболиттердің бөлінуі биологиялық факторлармен анықталынады, қолданылатын нақты штамның функциональдық мүмкіндіктеріне байланысты. Микроб клеткаларының агрегациялану нұсқасы 14 суретте қарастырылған. Көрініп тұрғандай, клеткалар бір-біріне жабысып агломераттар түзген, сонымен бірге, клеткааралық байланыстар адсорбция кезінде пайда болатын күштерге негізделген.



Сурет 14. Микроб клеткаларының агрегациялану нұсқасы

Адгезия процесі клетка қабықшасының құрамы және құрылымымен байланысты, яғни, клеткалардың бірі-бірімен және түрлі субстраттарға бекінудің биологиялық қасиеттерімен байланысты қарастырады. Клетка қабықшасы клетканың бетін түгелдей жабады, өте жұқа және иілгіш. Клетка қабықшасының бетінде бактериофагтар, бактериоциндер үшін рецепторлар

орналасады және де одан су, тұз және төмен молекулалы қосылыстар оңай өтеді.

Клетка қабықшасының бетіндегі функционалды топтар дақылданған коректік орта және микроб ерекшіліктерімен анықталынады.

Бекінген микроорганизмдер клеткалары температураға, рН, қысымға, ортаның құрамының өзгерулеріне тұрақты, төзімділігі бірнеше есе артуы “*Quorum Sensing*» (QS) атау алды. Сонымен, белгілі мөлшерде топтасқан, яғни адгезияланған микроб клеткаларда, жаңа қасиеттер пайда болады, соның ішінде, қоршаған ортанының факторларына төзімділігі артады немесе микроб клеткаларының QS эффектісі деп аталады.

Биообъектілерді адсорбциялық иммобилдеу әдісінің артылықшылықтары:

- 1) тасмалдаушылардың арзандығы;
- 2) жүргізу қарапайымдылығы, сондықтан өндірістің арзандығы;
- 3) клеткаларға стрестік әсерінің болмауы;

Бірақ, адсорбциялық иммобилдеу әдісінің кемшіліктері де бар:

- 1) биообъектінің тез ажырауы (бекінуі әлсіз);
- 2) барлық объектілерге бекінуін бақылайтын жалпы ережелері жоқ, сондықтан эмпирикалық түрде таңдау.

Этанол алу үшін ашытқы және бактериалды клеткалардың иммобилиздеуіне кең қолданылатын әдістерінің бірі ұсақ саңылаулы ионалмастырушы шайырды иондық күштердің көмегімен олардың сорбциясына негізделеді. *L* және *D* аминқышқылының қоспасын бөлу үшін аминоксиланзаны адсорбциялайды. Керамика мен басқа да тасымалдаушыларда адсорбцияланған ашытқылардың клеткалары үлкен тыныс алу активтілігін бос ашытқы клеткаларына қарағанда иемденеді. Клеткалық массаны сіңіруші губкалар тәрізді үлкен саңылаулы синтетикалық материалдың қолданылуы мен тенденциялары қазіргі кездегі зерттеулерде бақыланады.

Кең таралған губкалы материал ретінде полиуретан қолданылады. Олар тұрақты көпіршік түзеді. Осы материалды ұсақ кесілген бөлшектер түрінде клеткалармен бірге биореакторға орналастырады. Тасымалдаушының саңылауларына клеткалар ену арқылы тез өседі. Бұндай жүйе қалдық суларды тазалау үшін қолданылады. Бұл мысал адсорбциялық иммобилиздеу әдісінің қарапайымдылығын көрсетеді. Химиялық жабыстырусыз иммобилиздеу тасымалдаушының биокаталитикалық жүйеге әсерімен анықталады. Адсорбцияланған ферменттер өздерінің табиғи белсенділігін, ал клеткалар - өмір сүру қабілетін сақтайды. Тасымалдаушылар мен ферменттердің арасындағы байланыс олардың десорбциясына әкеліп соғады және бұл әдістің тұрақтылығын төмендетеді.

Өндірісте иммобилиздеу әдістерін қолдану үшін тәсілдер келесі негізгі талаптар сәйкес болу қажет.

1. Қолданылатын иммобилиздеу әдісі клеткалардың негізгі технологиясын жүзеге асыру үшін қажетті ферментативті жүйесіне айтарлықтай әсер етпеуі керек. Сондықтан, иммобилиздеу жүргізген кезде клеткаларға

әсер ететін улы заттардың әсерін азайту керек, сонымен қатар микроорганизмдерге температура және осмостық стресстердің кері әсерінің алдын – алу керек.

2. Иммуобилиздеуден кейін, клеткалар тасымалдаушымен берік ұсталатындай етіп жасау керек.
3. Иммуобилиздеу жасауға аз жұмыс уақыты жұмсалуды қажет, ол клетканың стерилдігін сақтауға көптеген септігін тигізеді.
4. Алынатын иммуобилизденген биокатализаторлар ұзақ жұмыс істеу үшін тұрақты болуы керек, бұл белгілі технологиялық процесс жағдайында тасымалдаушының механикалық, химиялық, биологиялық тұрақты болуына байланысты.
5. Тірі клеткамен жұмыс істегенде, ең негізгі мәселе бұл иммуобилизденген микроорганизмдерді қоректік заттармен, газ тәрізді субстраттармен (мысалы, аэробты клеткалардың тыныс алуы үшін оттегімен) қамтамасыз ету және тіршілік ету өнімдерін шығару, яғни тасымалдаушы салмақ алмасу процесстеріне диффузды тосқауылды тудырмауы керек.
6. Үлкен масштабты өндірісте мәселенің экономикалық жағы қарастырылады, яғни қолданылатын клетканың иммуобилиздеу әдісі және бастапқы компоненттер өте арзан болуы тиіс.

Бұл талаптарға сай келетін микроорганизмдер клеткаларды иммуобилиздеудің бір әмбебап әдісі жоқ. Сондықтан, кез-келген иммуобилизденген клетка негізіндегі биотехнологиялық процеске иммуобилиздеу әдісін таңдап алу керек.

Сонымен, микроорганизмдер клеткаларын иммуобилиздеу әдістері тасымалдаушыға бекінген микроб клетканың жағдайына байланысты классификацияланады және химиялық, механикалық, физикалық тәсілдеріне бөлінеді. Өндірістік иммуобилизденген биокатализатор алудағы ең кең қолданылатын химиялық әдіс. Биообъектілерді иммуобилиздеудің механикалық әдістері биотехнологияның көптеген салаларында қымбат болғанымен, жаңаша, технологиялық процесстердің ұтымды жолдарын ашады. Иммуобилиздеудің адсорбциялық тәсілдері әдістемелік қарапайым, арзан және «жұмсақ», клеткаға кері әсері болмайды.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Биообъектілердің иммуобилиздеуінің негізгі әдістерін атап көрсетіңіз.
2. Микроорганизм клеткаларының физикалық иммуобилиздеу әдістеріне сипаттама беріңіз.
3. Биологиялық объектілердің адсорбциялық иммуобилиздеу әдістеріне сипаттама беріңіз.
4. Адсорбциялық иммуобилиздеу әдістерінің артықшылықтарын және кемшіліктерін атаңыз.

5. Биобъектілердің мембраналық иммобилиздеу әдісін сипаттаңыз және сызба нұсқасын келтіріңіз.
6. Биологиялық объектілердің иммобилиздеуінің химиялық әдісін сипаттаңыз және «тасымалдаушы-клетка» арасындағы түзілген байланысының схемасын келтіріңіз.
7. Биообъектілерді жартылай өткізгіш мембраналар түтікше түрінде және микрокапсулдау, иммобилиздеу сызбаларын көрсетіңіз.
8. Биологиялық объектілердің микрокапсулдау әдісінің артықшылықтары мен кемшіліктерін келтіріңіз.
9. Клеткалардың адсорбент бетіне бекінуі неше факторлармен анықталатынын атаңыз.
10. Хемосорбциялық иммобилиздеу, адсорбцияның ион–ионды механизмі әдістерін сипаттаңыз және сызба нұсқасын келтіріңіз.
11. Электростатикалық және Ван-дер-вальс күштері арқылы клеткалардың адгезиясын түсіндіріңіз.

3. КЛЕТКАЛАРДЫ ИММОБИЛИЗДЕУГЕ ҚОЛДАНЫЛАТЫН ТАСЫМАЛДАУШЫЛАР

Адсорбент ретінде әртүрлі органикалық және бейорганикалық тасымалдаушыларды қолдануға болады. Қазіргі кезде полимерлі химияның дамуы таңдаулы қасиеттері бар сорбенттерді мақсатты түрде синтездеуге мүмкіндік береді – белгілі өткізгіштік, саңылаулы, гидрофильділік қасиеті жоғары және беткейінде бекінуге жауапты функционалдық топтары бар.

Иммобилиздеудің физикалық әдісі клеткалардың бір-бірімен қосылу, жабысу мүмкіндігі немесе сәйкес беткейлерде адсорбциялану қабілетіне негізделген. Клеткалардың тасымалдаушыға бекіну дәрежесі адсорбенттің химиялық табиғатына тәуелді, оның пішініне клеткалық беткейлердің сипатына және иммобилизация процедурасын жүргізу жағдайының сипаттамасына байланысты.

Қазіргі уақытта көбіне ірі масштабты микробиологиялық процестерде әртүрлі тасымалдаушыларға адсорбцияланған клеткалар қолданылады. Бұл адгезиялық иммобилиздеудің артықшылықтарына байланысты болады, яғни арзандығы, әмбебаптылығы, клеткаларға стресс сияқты ықпалының болмауы және қарапайым атқарылуы.

Микроорганизмдер клеткаларының иммобилиздеу әдісі - биологиялық объектілерге әмбебап әдіс болып саналады, яғни фермент, клетка, клетка органеллалары, комбинирленген препараттар сияқты биокатализаторлар түрлеріне ортақ әдіс. Бірақ оларды иммобилдегенде олардың әрқайсысының өзіне тән қасиеттері ескерілуі керек. Мысалы, адсорбция немесе химиялық тігу (жабыстыру) жолымен иммобилиздегенде биообъектті бейорганикалық (ұсақ саңылаулы әйнек, құм, күйдірілген топырақ, керамика, титан

гидроксиді, цирконий, темір және т.б.) және органикалық (целлюлоза, хитин, полиэтилен, полистирол) тасымалдаушылардың беткі жағына фиксирлейді. Механизмдері де әртүрлі және де тасымалдаушымен биокатализатор, арасындағы байланыстарының беріктігі әртүрлі болады. Қатты субстратта клеткалардың өсуі олардың бекінуіне негізделген, мысалға: ет-пептонды агарлы Петри табақшаларында микроб дақылының өсуі – адсорбциялық иммобилиздеу, тасымалдаушы – қоректік орта ет-пептонды агар.

Иммобилизация жүргізгенде, микроорганизм клеткалар тасымалдаушымен берік бекінуі қажет. Иммобилизденген тірі клеткалармен жұмыс жасағанда, тасымалдаушылардағы микроб клеткалармен қоректік ортада масса айналымы (қорек заттар, метаболиттер) және газайналымы (оттегі, көмірқышқыл газы, т.б.) қамтамасыз етілуі өте маңызды.

Микроорганизмдердің иммобилизденуіне бірқатар факторлар әсер етеді:

1) сорбцияланатын микроорганизмдердің физиолого-биохимиялық ерекшеліктері;

2) сорбенттің табиғаты мен қасиеті;

3) сыртқы ортаның физико-химиялық жағдайлары.

Микроорганизмдер клеткалардың түрлі әдістермен иммобилизденуінде маңызды фактордың бірі – тасымалдаушының (сорбенттің) табиғаты, яғни беткі қасиеттері және клетка қабығының қасиеттері, беткі құрылымдары, жасы мен дақылданған ортасының құрамы болып табылады. Бірақ, микроб мөлшері мен пішіні бекіну процестерге әсер етпейді.

Сонымен, иммобилиздеу микроорганизмдер клеткаларын қоршаған орта теріс факторлар әсерінен жақсы сақтайды, реакторда клеткалардың жоғары концентрациясын құруға мүмкіндік береді. Сонымен бірге, ол микроорганизмдердің клеткалық массасын үнемі бір деңгейде ұстап тұруға мүмкіндік беріп қана қоймай, олардың кеңістікті сукцессиясын қамтамасыз етеді.

Тасымалдаушыларды табиғатына қарай келесі топтарға бөледі:

1) органикалық тасымалдаушылар:

- табиғи полимерлер (ақуыздар, полисахаридтер, липидтер);
- синтетикалық полимерлер (полиметиленді, полиамидті, полиэфирлі);

2) бейорганикалық тасымалдаушылар:

- керамика;
- саз;
- табиғи минералдар;
- силикагель.

Микроб клеткаларын иммобилиздеу үшін кең пайдаланатын табиғи полисахаридтер мен полиметилен типті синтетикалық тасымалдаушылар, ал қалғандары сирек пайдаланады. Тасымалдағыш ретінде табиғи полимерлердің артықшылықтары:

- қолжетімділігі;
- функционалды топтың реакционды қабілеттілігі;

- жоғары гидрофилділігі.

Табиғи полимерлердің кемшілігі - микроорганизм әсеріне тұрақсыздығы және – жоғары бағалануы.

Иммобилизацияда жиі қолданатын табиғи полимерлер полисахаридтер, целлюлозалар, декстран, агароза және оның өнімдері. Целлюлоза - табиғи полимерлі полисахарид, көмірсу класына жатқызылады. Өсімдік клеткасының тірек ұлпасынан құралған, берік талшықты заттар, гидрофильді, көптеген гидроксильді топтардан тұрады, бұл топтарды араластыру арқылы модифицирлей алады. Целлюлозаның механикалық беріктілігін жоғарлату үшін гидролиза жолымен түйіршіктейді, нәтижесінде аморфты аймақтары бұзылады. Олардың орнына кристалды аймақтарын химиялық тігіліп, саңылаулығын сақтайды. Декстран негізіндегі тасымалдаушылар кең пайдаланады, мысалы, «сефадекс» атаулы тасымалдаушы. Кептіру кезінде еркін жиырылады, сулы ертіндіде қатты үрленеді. Декстран тобына крахмал кіреді. Формальдегид сияқтылармен химиялық модифицирленген крахмал агенттермен тігіледі. Мұндай жолмен ерінді крахмал алынады, ферментпен, гидролиз қатынасында жоғары тұрақтылыққа ие. Декстран негізіндегі суда еритін препараттар дәрілік зат тасымалдаушылар ретінде медицинада пайдаланады.

Агар – қанағаттандыратын тасымалдаушы, химиялық тігуден кейін жақсарады, тасымалдаушы қасиеті жақсарады, мысалы, диэпоксидті байланыстар. Модифицирленген агар - берік, қыздыруға төзімді, оңай модифицирленеді.

Целлюлоза - табиғи полимерлі полисахарид, барлық өсімдік клеткасының тірек ұлпасын құрайды, көмірсу класына жатқызылады. Құрылымы - берік жіпше талшықты заттар, гидрофильді, көптеген гидроксильді топтардан құралған, модификацияға бейім. Целлюлозаның механикалық беріктігін жоғарлату үшін гидролиза жолымен түйіршектейді, нәтижесінде аморфты аймағын бұзады, орнына саңылаулығын сақтау үшін кристалды аймақтарының арасында химиялық тігілу жүреді.

Табиғи полимерлер. Ақуыздар - иммобилизацияда жиі құрылымды (кератин, фибрин, коллаген), қозғалысты (миозин) және транспортты (альбумин) ақуыздар қолданады. Артықшылығы: сыйымды, биодеградацияға қабілеттілігі, жұқа мембрана ретінде қолданылуы (қалыңдығы 80 мкм). Ақуыздық тасымалдаушыларда фермент иммобилизациясы тігілу қатысында немесе қатысынсыз жүргізуге болады. Фундаменталды биологиялық зерттеулерде және медицинада ақуыздар қолданады. Ақуыздар тасымалдаушылар ретінде кемшіліктері: жоғары иммуногенділігі (коллаген мен фибринді қоспағанда). Иммуногенділік - (иммуно – қорғаныш, грек. – *genes* - туындайтын, иммунитет дамуында спецификалық иммунды жауапты шақыруға қабілетті заттар.

Синтетикалық полимерлер. Синтетикалық полимерлі тасымалдауштарды иммобилиздеудің химиялық әдістерінде кең пайдаланылады – түрлі гельдер және микрокапсулалар алуда. Полимерлер макро-, мезо-, сонымен қатар, микро- саңылаулы құрылымға ие. Полимерлі,

гидрофильді тасымалдаушылар алуда акриламид – өндірістік акрилді қышқыл кең пайдаланады. Фермент пен клетканы полиакриламид геле алу әдісі кең таралған, кеңістіктің торлы құрылымына ие, химиялық әсерге тұрақты. Көптеген полимерлі тасымалдаушылардың кемшілігі - организмге жинақталу қабілеттілігі болып саналады.

Сондықтан, дәрілік препараттардың құрамына көбінесе декстран, ал синтетикалық тасымалдаушылардан N-винилпирролидон негізіндегі полимерлер жатады.

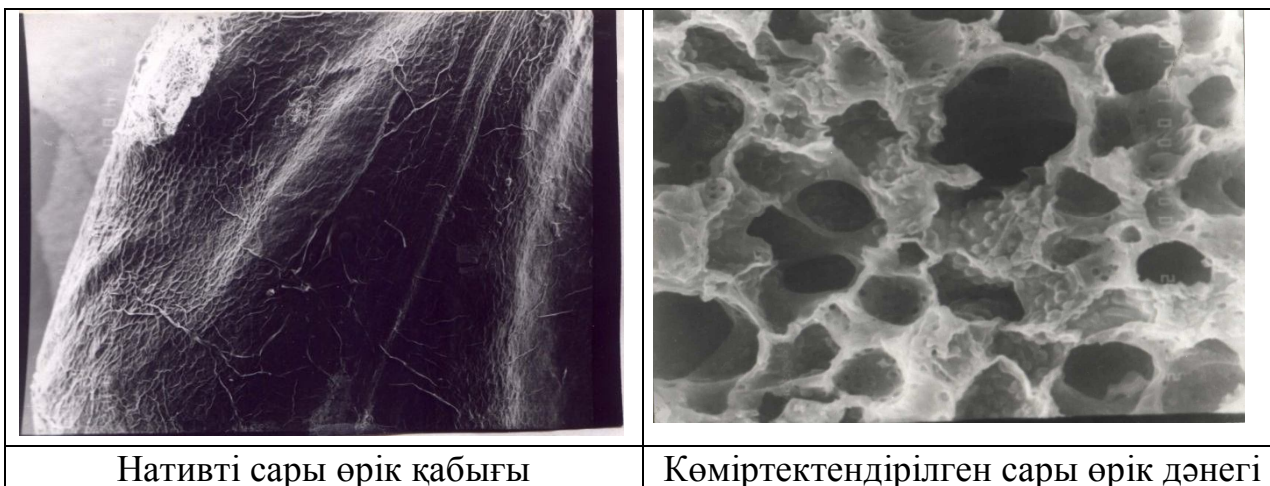
Өндірісте белсенді көмір негізіндегі адсорбенттер кең қолданылады. Белсенді көмір беттік ішкі сыйымдылығымен және құрылысының кеуектілігімен (саңылаулы) сипатталады (Сурет 15).



Сурет 15. Нативті және көміртектендірілген күріш қауызы негізіндегі сорбенттер

Нативті және көміртектендірілген күріш қауызы негізіндегі сорбенттер көрсетілген (Сурет 15): нативті күріш қауызынан белсенді көмір сорбенті алынған. Күріш қауызын көміртектендіру 700°C температурада Жану мәселелері Институтының (Қазақстан) гибридті технологиялар зертханасында жүргізілді.

Активті көмірлердің сорбциялық сыйымдылығы микро-, мезо- және макросаңылаулармен анықталады. Нативті және көміртектендірілген сары өрік негізіндегі сорбенттердің микроскопиялық көріністері келтірілген (Сурет 16): нативті сары өрік қабығының беті тегіс, ал 650°C температурада пиролиз арқылы алынған көміртектендірілген сары өрік дәнегінде микро-, мезо және макросаңылаулар пайда болғаны айқын көрінеді.



Сурет 16. Нативті және көміртектендірілген күріш қауызы негізіндегі сорбенттердің құрылымы, x100

Сонымен қатар, жоғары химиялық және биологиялық тұрақтылығы, механикалық беріктілігі бар, технологиялық жағдайда қолдануда ыңғайлы формаға келтіруге болатындығы дәлелденген. Көміртекті тасымалдаушылар ерекше қасиеттеріне байланысты кең қолданыс аясына ие. Сорбенттер медицинада, мысалы физиологиялық сұйықтықтардан жеке компоненттерін бөліп алу үшін және қанды тазалауда кеңінен пайдаланылады. Көмірдің осындай сипаттамалары оны көптеген қоспалардан қоршаған ортаны тазалау мүмкіндігін жоғарылатады.

Микроорганизм клеткаларының арзан сорбенттерін зерттеу ғылыми және қолданбалы тұрғыдан қызығушылық танытады.

Белсендірілген көмір негізіндегі сорбенттер жоғары саңылаулығымен, беріктілігімен және көп рет қолданылу мүмкіндігімен ерекшеленеді. Сорбенттер әртүрлі зиянды қоспаларды тазалауда және сұйық газ тәрізді ортадан бағалы заттардың рекуперациясында кең қолданылады.

Белсендірілген көмірді мұнай өңдейтін, мұнай-химиялық, шарап және тағы басқа өндірістерде қолданылады. Соңғы кездері сорбенттерді медицинада қанды, эндо және экзотоксиндерден тазарту үшін, ішек-қарын жолдарының детоксикациясы және т.б. мақсаттарда қолданады. Саңылаулы субстратта ашытқыларды спирт түзуші клеткаларының иммобилизациясына пайдаланып, жүзеге асырылады. Белсендірілген көмірдегі иммобилизация кезінде клеткалар жоғары өнімділікке ие болады.

Әртүрлі органикалық шикізаттардан (шымтезек, ағаш және одан өндірілген өнімдер, жануар тектес материалдардан жасайды) алынатын белсендірілген көмір негізіндегі өндірістік сорбенттер белгілі. Еуропада көптеген өндірушілер берік белсендірілген көмірді орман және коксты жаңғақтардың қабығынан және зәйтүн сүйектерінен алады. Өндірісте кең қолданыла бермейтін дәстүрлі емес шикізаттар қатарына әртүрлі жеміс ағаштарының (өрік, шабдалы, қара өрік, шие) дәндері және жүзім сүйектері және грек жаңғақтарының қабықтары жатады, олар өндірістің қалдықтары болып табылады.

Қазіргі кезде өндірісте көміртекті сорбенттер газдардан да, ерітінділерден де түрлі заттарды сіңіру қабілеттеріне байланысты кең қолданылуда. Көміртекті тасымалдаушылар ағаштан, әр түрлі көмірлерден, кокос, грек жаңғағының қабығынан және жеміс дәнектерінен жасалады.

Өндірісте белсендірілген көмір негізіндегі адсорбенттер кең қолданылады. Белсендірілген көмір негізіндегі өндірістік адсорбенттерді әртүрлі органикалық шикізат түрінде алады: тасты және қоңыр көмір, антрацит, ағаш және оның өңделген өнімдері, жемістердің қабығы және т.б.. Белсендірілген көмір беттік ішкі ауданының үлкендігімен және құрылысының кеуектілігімен сипатталады. Осының нәтижесінде олар сұйық және газды фазадан түрлі заттарды адсорбциялайды, өндірістерде, экологияда, медицинада т.б. қолданылады. Белсендірілген көмір алу үшін оптималды жағдайларды іздеу, физико-химиялық жағынан қиын болып есептеледі. Қатты денелер негізінен бос аймақтар жүйесінен тұрады. Түрлі материалдардың кеуектілігін сипаттау үшін әртүрлі құрылыстық моделдер қолданылады. Кеуекті көміртекті материалдар құрылысы күрделі, негізінен ол көміртекті микрокристалиттерден құрылады. Шығу тегі табиғи және синтетикалық көмірлерде көміртектің микрокристалиттері ретсіз орналасады.

Әр түрлі қатты сорбенттердің бетінде көмірсутек пиролиз процесі кезінде каталитикалық көміртек түзілуі осыған ғана тән қасиеттері бар, жаңа сорбенттерді қарастыруға мүмкіндік береді. Көміртектендіру процесі арқылы бастапқы нұсқаға қарағанда, бетінде белсенді орталығы көп сорбент алуға болады. Бұл көміртек шөгу процесінің нәтижесінде, нұсқа бетінде талшықты көміртек түзілуімен түсіндіріледі. Алынған көміртекті нұсқалар екі типті активті орталықтары бар: қышқылдық және металдық. Көміртектендіру процесінің нәтижесінде, көміртекті талшықтардың түзілуі тасушылар бетінің меншікті сыйымдылығының жоғарлауына алып келеді. Көміртекті сорбенттердің ауыр металдардың иондарын жұту қабілеті зерттелген.

Микросанылаулы сорбенттердің бетіне микроорганизмдерді иммобилиздеу қалдық суларды тазалау процесін, пириттің және күкіртті органикалық қосылыстардың H_2SO_4 дейін тотығуын қарқындатады. Олар бактериялық ластаушылары бар суларды тазалауда фильтрлер ретінде, сондай-ақ биологиялық белсенді заттар мен бактериялық клеткалардың тасушылары ретінде биотехнологиялық процестерде қолданылады. Жұмыста *E. coli*, *Bacillus sp.*, *Rhodococcus sp.* бактериялар клеткаларына байланысты көміртекті-минералды тасушылардың, соның ішінде әр түрлі технологиялар арқылы алынған көміртекті материалдардың оптималды адсорбциялық қасиеттері көрсетілді. Мысалы макроқұрылымды торшалы көміртектегі *Bacillus sp.* адсорбция көлемі 1 г сорбентке 500 мг құрғақ клеткаларды құрады. Көміртекті - минералды тасымалдаушыларға адсорбцияланған клеткалар мөлшері, көміртекті материалдармен салыстырмалы төмен, бірақ, минералды матрицаларына байланысты көміртекті-минералды тасымалдаушылар механикалық төзімділігі жоғары.

Белсендірілген көмір өндірісі келесі сатылардан тұрады: шикізатты дайындау (ұсақтау, бөлшектеу, пішіндендіру), карбонизация және активация.

Осының нәтижесінде, олар сұйық және газды фазадан түрлі заттарды адсорбциялайды, өндірістерде, экологиялық, медициналық т.б. қолданылады.

Белсендірілген көмір алу үшін оптималды жағдайда іздеу, физико – химиялық жағынан қиын болып есептеледі. Қатты денелер негізінен қаңқалар мен бос аймақтар жүйесінен тұрады. Түрлі материалдардың кеуектілігін сипаттау үшін әртүрлі құрылыстық модельдер қолданылады. Куюкті көміртекті материалдар құрылысы күрделі, негізінен көміртекті мирокристалиттерден құрылады. Шығу тегі табиғи және синтетикалық көмірлерде көміртектің микрокристалиттері ретсіз орналасады.

Әртүрлі қатты сорбенттердің бетінде көмірсутек пиролизі процесі кезінде каталитикалық көміртек түзілуі соған ғана тән қасиеттері бар жаңа сорбенттерді қарастыруға мүмкіндік береді. Көміртектендіру процесі арқылы бастапқы нұсқаға қарағанда, бетінде активті орталығы көп сорбент алуға болады. Бұл көміртек шөгуі процесінің нәтижесінде нұсқа бетінде талшықты көміртек түзілуімен түсіндіріледі. Алынған көміртекті нұсқалар 2 типті активті орталығы бар (қышқылдық және металдық) катализатор есебінде жүреді. Көміртектендіру процесінің нәтижесінде, көміртекті талшықтардың түзілуі тасымалдаушылар бетінің меншікті сыйымдылығының жоғарылауына әкеледі. Көміртекті сорбенттердің ауыр металдардың иондарын жұту қабілеті зерттелген.

Қазіргі кезде механикалық берік, саңылаулы, беттің химиялық қасиеттері бар жаңа көміртекті материалдарды жасауда зерттеулер жүргізілуде. Бұл биотехнологияда әртүрлі процестерге гетерогенді биокатализаторлар жасауға жол ашады және биологиялық объектілердің адсорбциялық иммобилизациясының заңдылықтарын зерттеуге мүмкіндік береді.

Қазіргі кезде, белсендірілген көмір негізіндегі бағасы арзан сорбенттерді дайындауға көп көңіл бөлінуде. Белсендірілген көмірге шикізат көзі ретінде көмір кенін, ауыл шаруашылық қалдықтарын, оның ішінде грек жаңғағының қабығын, жүзім сүйектері, алуға болады. Бұл тасымалдаушылар басқаларға қарағанда, экологиялық жағынан таза болып есептеледі. Грек жаңғағының қабығының саңылаулы құрылысы оларды арзан көміртекті сорбенттер жасау өндірісінде болашағы бар материал ретінде қарауға мүмкіндік етеді. Бірақ, микроб клеткалар негізінде алынған иммобилизденген биокатализатор эффективті болу үшін, яғни дайын өнім шығуының жолдарын жоғарлату, тасымалдаушының - активті көмірдің құрылымдық – сорбциялық сипатын жоғарлату өзекті мәселе болып қалады. Көміртекті сорбенттердің қасиетін жақсарту, активті көмірдің құрылысының кеуектілігін жоғарлату үшін бастапқы материалдарды карбониздеу процесін жүргізеді.

Еуропада белсендірілген көмір алу үшін қолданылатын маңызды шикізат көздері ретінде: сүрлем (жоңышқа түрінде), торф, торфты кокс, кейбір тасты көмірлер, АҚШ – да лигнин көмір, сондай-ақ, мұнай химиялық өнімдер қолданылады. Сонымен қатар, сорбенттер ретінде әртүрлі жаңғақтардың қабықтарын, жемістердің сүйектерін, металл карбиттерін, көміртек құрамды қалдықтарды және т.б. атап айтуға болады.

Белсендірілген көмірді өндірудің тарихы ежелгі Үндістаннан басталады. 1773 ж. неміс ғалымы ағаш көмірінде газдарды адсорбциялық қабілеті бар екендігін хабарлады, 1785 ж. академик Ловиц ең алғаш көмірлердің спирттерді тазалауға қабілеттілігін байқады, 1794 ж. ең алғаш америкалық қант заводында қолданды, 1808 ж. қант сиропын өндірісінде Францияда қолданды, 1811 ж. ең алғаш аяқ киім кремін көмірден жасады, 1830 ж. дәріханашы стихинді ішіп өмірін сақтап қалған, стихин құрамында 1 г көмір болғандықтан, 1915 ж. ең алғаш фильтрлейтін көмірден жасалған противогаз жасалып, 1916 ж. Антанта армиясының қаруы ретінде қабылданды. Қазіргі кезде белсенді көмірді ең фильтрлеуші материалдың бірі болып табылады.

Қазіргі кезде өндірісте көміртекті сорбенттер газдардан да, ерітінділерден де түрлі заттарды сіңіру қабілеттеріне байланысты кең қолданылуда. Көміртекті тасымалдаушылар ағаштан, әр түрлі көмірлерден, кокос, грек жаңғағының қабығынан және жеміс дәнектерінен жасалады. Бірнеше жылдар бойы көміртекті сорбенттер Қазақстанға шет елдерден әкелінді. Алайда, көміртекті материалдар бағасының артуына байланысты арзан шикізат көздері іздестірілуде. Ондай шикізат ретінде ауыл шаруашылық қалдықтары, мысалы: сары өрік дәнектері, күріш қауызы болуы мүмкін.

З.А. Мансуров және Р.М. Мансуровалардың жұмысында грек жаңғағы мен кедр жаңғағының қабықтары, жүзім дәнектеріне карбонизация процесі жүргізілген. Жоғары кеуекті және арзан карбонизделген үлгілерді алу үшін, бастапқы үлгілерді езіп, термоөңдеуге ұшыратқан. Карбонизация аргон ағынында $200-900^{\circ}\text{C}$ температураларда карбониздеу жүргізілген. Карбониздеу кезінде грек жаңғағының қабығы, жүзім дәнектерінің масса жоғалтуына температураның әсерін зерттеу кезінде, карбониздеу нәтижесінде негізгі масса жоғалту $200-500^{\circ}\text{C}$ температурада карбониздеу нәтижесінде байқалған. $100-250^{\circ}\text{C}$ көптеген ұшқыш заттардың бөлінетіні байқалған. Карбониздеу температурасының жоғарлауымен көмір үлгілерінде көміртегі көбейіп, сутек пен оттегі азаятыны, сондай-ақ шайыр тәрізді өнімдердің бөлінетіні анықталған. Үлгілерді карбониздеу нәтижесінде, олардың меншікті беттік ауданы мен кеуектіліктерінің жоғарлайтыны және тығыздығы азаятындығы дәлелденген.

Сондай-ақ, өндірістік қолдануға жарамды көмір мен графитирленген күйде болуы мүмкін. Көмір адсорбциялық, сондай-ақ ковалентті иммобилизацияда тасымалдаушылар ретінде қолданылады. Графитирленген күйде құндылығына олардың бетінің жоғарғы біртектілігі мен электрлік өткізгіштігін жатқызуға болады. Бұл тасымалдаушылардың кемшілігі - төмен механикалық беріктілігі, олардың қолданылуын шектеуі.

Белсендірілген көмір негізіндегі өндірістік адсорбенттерді әртүрлі органикалық шикізат түрінде алады, тасты және қоңыр көмір, антрацит, ағаш және оның өңделген өнімдері, жемістердің қабығы т.б. Соңғы кездері көміртекті адсорбенттер медицинада қанды эндо-, экзотоксиндерден тазалауда, ас – қорыту жүйесінің детоксикациясы үшін және т.б. мақсаттарға қолданылып келеді.

Өсімдік негізінде алынған белсендірілген көмірлер медицинада көптен бері пайдаланылап келеді. Шет елдерде қанды тазарту және диализді сұйықтықты регенерациялау үшін кокос жаңғағының қабығынан алынған адсорбенттер қолданыс табуда. Соңғы кездері көміртектендірілген грек жаңғағы негізіндегі адсорбенттерді зерттеу нәтижелеріне көп көңіл бөлінуде. Оларды қолдану кезінде, төмен молекулалы өсімдік пигменті – каротинді сіңірушілік мүмкіндігі байқалған. Бұл зерттеудің нәтижесінде грек жаңғағы негізіндегі көміртектендірілген сорбенттің жоғары сорбциялық қасиеті және сулы ерітіндіден каротинді жақсы сіңіретіні байқалған.

Ферменттер мен клеткалардың байланысуымен ғалымдар Джек пен Заяц айналысқан болатын. Олар байланысу тәсілдерін негізгі төрт топқа бөледі: инертті материалға жинақталу, инертті тасушыға адсорбциялану, тасушымен ковалентті байланысу, байланысқан макромолекулалармен әсерлесу. Байланыстырудың ең қарапайым тәсілі - тасушы бөлшегімен клетка суспензиясын араластыру нәтижесінде тасушыға клетка адсорбциясының жүруі болып табылады. Тасымалдаушы бөлшегінің бетінде клетканың полярлы немесе физикалық адсорбциясы микроорганизм белсенділігі, нәтижесінде байланыс пайда болуының есебінен жүреді. Катионды және анионды иониттерге адсорбция жүруі клетка қабырғасының химиялық құрылысына байланысты жүреді. Ұяшықты адсорбенттің ішкі саңылаулы кеңістігі микроорганизмдердің еркін енуіне жол береді және барлық бетті адсорбция үшін тиімді етеді. Зерттеулерге қарағанда, осындай тасымалдаушыларға адсорбцияланған родококстардың жеке клеткаларымен қатар, екі және одан көп клеткалардың ассоциациясы байқалған, сондай-ақ клеткалардың колониялары көрінген. Соңғы кезде бейорганикалық тасушыларға көп көңіл бөлінуде. Тасымалдаушылар ретінде графит пен көміртекті материалдар қолданылады.

Осыған байланысты, тасымалдаушылардың сорбциялық сыйымдылығын ұлғайту, клетка – тасымалдаушы байланысының біртектілігін жоғарлату мақсатында клеткаларға улы емес және арзан, шығу тегі табиғи сорбенттерді алуға көп көңіл бөлінеді.

Микроорганизм клеткалары негізіндегі биосорбенттер мен биокатализаторларды әртүрлі өндіріс салаларында қолдануға болады. Оның ішінде сусындар дайындауда, спирт және шарап өнімдерін жасауда пайдаланылады. Сонымен қатар, экологиялық мәселердің шиеленісуіне байланысты микроб клеткалары негізіндегі биосорбенттер түрлі улы заттарды тазалауда, ағын суларды ауыр металл иондарынан сорбциялауға қолдану өзекті мәселе болып табылады. Көміртектендіру температурасы жоғарылаған сайын, мезо-, микро-, макросаңылаулар көлемі жоғарылайды, жаңа саңылаулар түзіледі, екі немесе бірнеше саңылаулар қосылады, сорбенттің беті мен көлемі өзгереді.

Көміртектендірілген сорбенттің қасиеті шикізаттың сипаттамасына байланысты. Көміртектендірілмеген бастапқы материалдан химиялық активтендіру процесі арқылы біршама кең макросаңылау мен жоғары

белсенді көмір алады, бірақ жасау процесінде қолданылатын лас неорганикалық қоспамен алдымен пиролизге ұшыратады, сосын су буы мен белсендірілген бастапқы материал көптеген саңылауы бар ешқандай қоспасы жоқ өнім алынады.

Күріш қауызы мен өрік дәнегінің жоғары температурада көміртектендіруде бастапқы шикізаттың массасының өзгеруі мен көміртектің құрамының өзгеруіне әсері де белгілі.

Біздің зерттеулер нәтежесінде, 100°C бастап күріш қауызының массасын жоғалтуы 3% құраса, ал өрік дәнегі үшін 5 - 7 % тең, бұл көрсеткіш көміртектендірудің 200°C температурасында да жоғарылайды, күріш қауызы үшін – 17 %, ал өрік дәнегі үшін 7,3 % құрайды. Негізгі массаны жоғалту $200-700^{\circ}\text{C}$ температура аралығында жүреді. Температура 300°C -қа дейін көтерілгенде, материал (күріш қауызы, өрік дәнегі) массасы 21-26 % кемиді. $400-700^{\circ}\text{C}$ температура аралығында бұл көрсеткіш күріш қауызы үшін 23-43 % құраса, ал өрік дәнегі үшін 43-66 % құрайды. $800-900^{\circ}\text{C}$ температура аралығында күріш қауызының массасын жоғалтуы 48 % құраса, ал өрік дәнегі үшін – 67 %, көміртектендірілген сорбенттің массасының стабилизациясына тенденция бақыланады. $700-750^{\circ}\text{C}$ температурада күріш қауызының негізіндегі сорбенттің көміртек мөлшері 61,2-61,9 % құраса, ал өрік дәнегі үшін бұл мән 61,2-63,3 % тең. Көміртектендіру кезінде көміртек мөлшері жоғарылайды және 800°C температурадағы көміртектендіру күріш қауызы үшін 62,3 % құраса, өрік дәнегі үшін - 64,5 % құрайды.

Температура жоғарылаған сайын, сорбент массасы төмендейді, ал көміртек көлемі, меншікті беткей мен саңылаулығы жоғарылайды.

Биообъектілерді иммобилиздеу барысында тасымалдаушылар келесі негізгі талаптарға лайықты болуы қажет:

- 1) жеңіл активация (микроорганизм клетка беттерімен сорбенттердің өзара әсері тұрақты байланысты түзу қажет);
- 2) фермент/клетка үшін субстратты, массаны - және газ алмасудың диффузды қол жетімділігі;
- 3) беттік тасымалдаушының саңылаулығы;
- 4) микроорганизм клеткасына тасымалдаушылар токсикалық әсер етпеу қажет (клетка және микроб метабализміндегі алдағы толық өнімді алу үшін тасымалдаушы инертті зат болған жөн);
- 5) тасымалдаушы технологиялық процестерге бейім болу қажет, технологиялық жүктемеге қабілеттілігі (араластыру, ортаны дақылдауға әсері - жоғары химиялық және биологиялық табандылық) және форманы (гранула, мембрана) технологиялық қатынаста ынғайлы түрде алуға мүмкіншілігі;
- 6) тасымалдаушының арзандылығы (нысанның толықтай қатысы).

Сонымен, клеткалық иммобилизацияға пайдаланатын тасымалдаушылар келесі параметрлер жиынтығымен сипатталады: геометриялық пішіні, гранула мөлшері, меншікті бет, көлемді масса, саңылаудың орташа диаметрі. Мезо- және макросаңылаулары бар заттар тасымалдаушыларға, ал микро-, мезо- және макросаңылаулары бар тасымалдаушылар сорбенттерге жатады.

Сорбенттерге, сонымен қатар, қоршаған ортадан клеткадан басқа да заттар адсорбцияланады.

Қазіргі уақытта иммобилизация микроорганизмдердің физиологиялық қасиеттеріне әсер ететіні байқалды: өсу кинетикасында лаг-фаза қысқарады, өсу жылдамдығы жоғарылайды, иммобилизденген клеткалардың өнімділігі 4 есе артқан, сондай-ақ адсорбентте ұзақ уақыт сақталғанда микроорганизмдердің өмір сүруі жоғарылайтындығы анықталған.

Қатты фазаның микроб метаболизміне әсері былай түсіндіріледі: қоректік заттардың тасымалдаушылардың бетіне адсорбциялануы сұйықтық қабатында олардың концентрациясының жоғарылауына әкеліп соғады, бұл клеткаға қолайлы жағдай туғызады.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Тасымалдаушылар классификациясын атап көрсетіңіз.
2. Өндірісте қолданылатын тасымалдаушыларға қойылатын талаптарды дәлелдеңіз.
3. Бейорганикалық тасымалдаушыларнегізгі қасиетіне сипаттама беріңіз.
4. Белсенді көмір негізіндегі сорбенттер, түрлері, қасиеттеріне сипаттама беріңіз.
5. Белсенді көмір-сорбент алу үшін қолданылатын шикізаттарды қарастырыңыз.
6. Синтетикалық полимерлі тасымалдаушыларды атап көрсетіңіз.
7. Белсендірілген көмірдің маңыздылығын, құрылымын және алу жолдарын қарастырыңыз.
8. Көміртектендірілген сорбенттің қасиетіне сипаттама беріңіз.
9. Клетканың иммобилиздеу әдістеріне және оның тасымалдаушылардың талаптарын атап көрсетіңіз.
10. Белсендірілген көміртекті адсорбенттердің маңыздылығына түсініктеме беріңіз.

Зертханалық жұмыс

Тақырыбы: Иммобилизация әдістері

Зертханалық сабақтың *мақсаты* – негізгі тәсілдерін зерттеу.

Зертханалық сабақтың *міндеттері*:

- микробиология зертханасында жұмыс істеу ережелерімен, микробиологиялық зертханадағы қауіпсіздік ережелерімен танысу.
- микроскоптау тәсілдерімен танысу. Микроскоптың құрылысын, микроскоптаудың негізгі тәсілдерін игеру.

Сорбенттерді дайындау. Көміртектендірілген сорбенттерді (күріш қауызын) өлшеп, 2 г Эрленмейер колбаларына (көлемі 250 мл) салады. Үстіне 100 мл дистилденген су құйылады және 3 рет стерилизацияға (1

атмосфера 30 минут) жібереді. Стерилизациядан кейін, сорбенттерді кептіргіш шкафта құрғақ массаға дейін кептіреді.

Суспензия дайындау. Дақылды ет-пептонды агар қоректік ортасында 29°C температурада 24 сағат бойы дақылдайды. Петри табақшалардағы қатты қоректік ортаның бетінде өскен клеткалардың үстіне физиологиялық ерітіндіні (0,9 г NaCl/100 мл дистилденген су) құйып, шпатель арқылы шайып алады. Одан кейін клеткаларды қоректік ортадан центрифугада (5000 айн/мин, 6 минут бойы, 3 рет) бөліп алады. Супернатантты төгіп, қалған тұнбаны стерильді колбаға құяды. Үстіне физиологиялық ерітіндіні қосып, клетка суспензиясының оптикалық тығыздығын КФК-2МП фотоколориметрде, стандартты кюветтерде (оптикалық жолының ұзындығы 1 см, толқынның ұзындығы 670 нм) 0,8-1,0 концентрациясына дейін жеткізеді. Суспензияның 100 мл тасымалдаушының үстіне құйылады. Эрленмейер колбасын 24 сағат бойы бөлме температурасында 220 айн/мин шайқамаға қояды. Әрбір 1, 2, 3, 4, 5, 6 және 24 сағаттағы клетка суспензиясының оптикалық тығыздығын КФК-2МП фотоколориметрде өлшейді.

Иммобилизация пайызын есептеу үшін төменгідей формула пайдаланылады:

$$D \% = 100 \% - \frac{D_{\text{оп}}}{D_{\text{баст}}} \cdot 100 \quad (1)$$

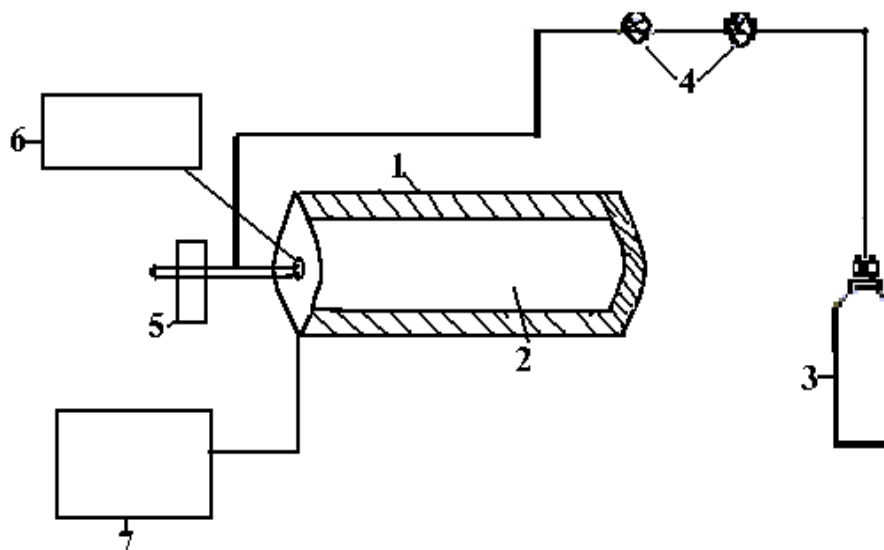
мұндағы, $D\%$ - иммобилизация пайызы;

$D_{\text{баст}}$ - бастапқы суспензияның оптикалық тығыздығы;

$D_{\text{оп}}$ – берілген сағаттағы сынақтардың оптикалық тығыздықтары.

Үлгілерді көміртектендіру әдістері.

Үлгілерді көміртектендіру процесі изотермиялық жағдайда жүргізілді. Тәжірибе үшін ұсатылған фракция алынып ($d=2-4$ мм), реакторға салынды. Реактордың температурасын тіркеу хромель-алюмелді термобу көмегімен КСП-3 потенциометрінде жүргізіледі. Үлгілерді модифицирлеу айналмалы реакторда, инертті ортада, 550^0-750^0 С температура аралығында өткізілді; аргонды жіберу жылдамдығы $60-80\text{см}^2/\text{мин}$, түйісу уақыты 30-60 мин.



Сурет 17. Көміртектендіру қондырғысының сызба-нұсқасы:

1 – электр пеші; 2 – реактор; 3 – газы (аргон) бар баллон; 4 – вентиль; 5 – айнамалы аппарат; 6 – КСП; 7 – жылытқыш.

Микродақылдық талдау әдісі.

Микродақылдық талдау әдісі арқылы табиғи және көміртектендірілген тасымалдаушыларға иммобилизденген микроб клеткаларының өмір сүру қабілеті анықталынды. Ол үшін тасымалдаушыға бекітілген клеткаларды ступкада езіп, фосфатты буфермен араластырылады. Пайда болған суспензия стерильді пипеткамен заттық шыныдағы сусло-агар қоректік ортасына қосылады. 6-8 сағат инкубациядан соң, (28°C) препараттарды фаза-контрасттық жарық микроскоппен қаралынады және олардың әрбірінде (20 объектив, 15 окуляр) микроколония түзетін клеткалардың саны есептелінді. Сонымен, тірі клеткалардың өмір сүру пайызы төмендегі формула бойынша есептелінеді:

$$ОП = \frac{a}{b} 100\%$$

мұндағы: а-тірі клеткалардың жалпы саны;
в-популяциядағы клеткалардың саны;
Тәжірибе үш қайталамада жасалынды.

Алынған нәтижелерді статистикалық өңдеу.

Анықталатын қателіктердің қосындысы қателерді бағалау тәсілі арқылы есептелді. Анықталатын өлшем Z (2) бірнеше тәуелсіз өлшемдердің X және Y қосындысы болған жағдайда қателіктерінің қосындысын табу үшін қателіктерді емес, олардың квадраттарын қосу керек:

$$Z = (\Delta X)^2 + (\Delta Y)^2 \dots (2)$$

Клеткалар имобилизациясы бойынша алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден өтті. Орташа квадраттық ауытқу σ (3) келесі формуламен есептелді:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\alpha}{n-1}}, \quad (3)$$

мұнда: n – нұсқалар саны;

α - орталық ауытқу квадраттарының қосындысы, ол төменгі формуламен анықталады (4):

$$\alpha = \sum (v_i - M)^2, \quad (4)$$

мұнда: v_i – нұсқалар саны;

M – орташа арифметикалық.

Тәжірибенің әр түрлі топтарындағы көрсеткіштердің айырмашылық дәлдігі бірқатар аз санды нұсқаларға қолданылатын Стьюдент коэффициенті көмегімен есептелді. Дәлдік коэффициенті формуласы (5) арқылы анықталынды:

$$t_d = (M_1 - M_2) \times \sqrt{\mu_1^2 - \mu_2^2}, \quad (5)$$

мұнда: M_1, M_2 – салыстырылатын топтардың орташа арифметикалары;

μ_1, μ_2 - орташа арифметикалардың қателіктері Стьюдент таралуының проценттік нүктелер кестесіндегі мәндерімен салыстырылды.

Анықталынған айырмашылықтардың дәлдігі 5% дейінгі мәнді көрсетті, бұл жоғары дәлдікті көрсетеді.

Зертханалық жазбаны жүргізу. Зертханалық жұмыстың журналы алынған мәліметтердің дұрыстығын бақылауға мүмкіндік беретін құжат болып табылады. Журналда жұмыстың жүргізілуіне қатысы бар мәліметтер жазылуы тиіс:

- 1) тәжірибе аты, оның қойылуы мен аяқталу күні;
- 2) зерттеу объектілері;
- 3) тәжірибе жүргізу шарттары;
- 4) қолданылатын талдау әдісінің негізгі принципі;
- 5) алынған нәтижелер.

Сандық материалдар кесте түрінде көрсетіледі. Қажет болса графиктер, суреттер келтіріледі. Әр зертханалық жұмыс журналда жазылған өзіндік байқаулар және қорытындылармен аяқталуы керек.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Зерттеу жұмысының мақсаты мен міндетін атап көрсетіңіз.
2. Сорбенттерді және суспензия дайындау ережесін түсіндіріңіз.
3. Суспензия дайындау ережесіне сәйкес, иммобилизация пайызын есептеу формуласын қарастырыңыз және дәлелдеңіз.
4. Үлгілерді көміртектендіру процесінің жүру механизмін дәлелдеп көрсетіңіз.
5. Үлгілерді көміртектендіру процесі кезінде модифицирлеу айналмалы реакторда жүргізілетін температура және жүру жылдамдығын атап көрсетіңіз.
6. Микродақылдық талдау әдісіне сипаттама беріңіз.
7. Микродақылдық талдау әдісінде тірі клеткалардың өмір сүру пайызын анықтау формуласын көрсетіңіз және дәлелдеңіз.
8. Алынған нәтижелерді статистикалық өңдеуді дәлелдеңіз.
9. Клеткалар иммобилизациясы бойынша алынған нәтижелер статистикалық өңдеуден өту барысында, орташа квадраттық ауытқу формуласын көрсетіңіз және сипаттама беріңіз.
10. Зертханалық жазбаны жүргізуге қатысты мәлеметтерді атап көрсетіңіз.

4. ИММОБИЛИЗДЕНГЕН МИКРОБ КЛЕТКАЛАРЫНЫҢ ЕРЕКШЛІКТЕРІ

Микроорганизм клеткаларының адсорбциялық қабілеті олардың жасымен және дақылдың жағдайымен анықталады, сонымен қатар өсіру ортасының құрамына байланысты. Әдетте, өсудің лаг-фазасында және экспоненциалды фазаның алғашқы кезеңдерінде адсорбция өте нашар жүреді. Экспоненциалды фазаның ортасында клеткаларға максималды адсорбция тән, ол қабілет не өзгермейді, не стационарлы фазада бәсеңдейді. Бірақ, жоғарыда аталған заңдылықтар әр уақытта анықтала бермейтінін атап кеткен жөн. Кейде клеткалардың адсорбцияға қабілеті күрделі жолмен өзгеріп, немесе дамудың барлық этаптарында өзгеріссіз қалады. Өлген клеткалар тірі клеткаларға қарағанда өзінің адсорбциялық қабілеттерін өзгертпейді.

Микроорганизм өсетін қоректік ортаның құрамы маңызды рөл атқарады. Көбінесе қатты клеткаларда өскен клеткалардың адсорбциялық қабілеті, сұйық қоректік ортада өскен клеткаларға қарағанда жоғары. Қоректік ортаға глицерин қосқан жағдайда, клетка қабығының бетінде липидтер мөлшері артып, адсорбциялық қабілетін өзгертуге болады. Көмірсуларда өсірілген микроорганизмдердің беттік қасиеті қатты өзгереді.

Әртүрлі жасына байланысты немесе әртүрлі қоректік ортада өскен микроорганизмдердің адсорбциялық қабілетінің өзгеруі, клетка қабығының құрылымы мен құрамының және олардың әлеуеттерінің (потенциалдарының) өзгеруімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, клетка бетінде болатын өсінділердің (талшық, өсінді) саны мен сипаты өзгереді.

Қозғалғыш келген микроорганизмдер адсорбциясы әлсіз болады, өйткені олардың қозғалысы адгезия күштеріне қарсы болады. Адсорбциядан кейін қозғалғыш клеткалар, өздерінің бір полюсімен клетка бетіне байланып, ал екінші полюсі бос күйінде қалып клетка өзінің қозғалысын жалғастырады. Клетка қозғалғыштығы клетка жасының өсуімен бәсеңделеді, сол кезде олардың адсорбциялық қабілеті артады.

Көптеген жағдайда клетка қабығының бетінде капсула, шырышты қаптар түзетін гидратациялық материал болады. Олардың болуы клетканың адсорбциялық қабілетіне әсер етеді. Капсулалар құрамында глюкоза, рамноза, аминоқанттар, кетодезоксигалактон және урон қышқылы болатын полисахаридтерден тұрады. Зарядталған топтары бар клеткалардың экзополисахаридтері, адсорбенттің зарядталған топтарымен әрекеттесе алады. Сонымен қатар, молекулалық қозғалғыштықтың әсерінен полисахаридтің полимерлі молекуласының сегменттерінің кейбір бөліктері клетка бетімен байланысқа түседі, нәтижесінде адгезиялық әрекеттесулердің беріктілігі анағұрлым артады.

Иммобилизденген жағдайдағы тірі клеткалардың физиоло-биохимиялық ерекшеліктерін сипаттауға мүмкіндік беретін біраз эксперименттік нәтижелер жинақталды. Өткізу әдісіне және жағдайларына байланысты иммобилизация клеткаға әр түрлі әсер етеді, өзгерістерге морфологиясы да, физиологиясы да ұшырайды. Кейде иммобилизация клеткалар лизисін тудырады, кейбір жағдайларда микроорганизмдер бірнеше тәулік бойы белсенділіктерін жоғалтпайды.

Иммобилизация штамдардың белсенділігін төмендетпейді, сонымен қатар ксенобиотиктердің тотығу жылдамдығын жоғарлатады. Мысалы, тат баспайтын болатқа иммобилизденген *Pseudomonas putida* ATCC 11172 штамы фенолды сағатына 0,72 г/л мөлшерде ыдыратса, иммобилизденбеген клеткаларының тотықтыру жылдамдығы үш есе төмен болды.

Ксенобиотиктердің тотығу жылдамдығы ластанған сулардың құрамына, қолданылатын микроорганизмдеріне және тасушының материалына тәуелді. Мысалы, асбестті талшыққа бекінген *Aureobasidium pullulans* клеткаларының фенолды сағатына 50 мг/л (ал активті көмірге адсорбцияланған *Pseudomonas putida* P8 штамы сағатына 360 мг/л мөлшерде ыдыратты. Сондай-ақ, саңылаулы шыныға иммобилизденген *Cryptococcus elinovii* аралас дақылы сағатына 270 мг/л фенолды деградациялады.

Сазды материалдарға микроорганизмдер сорбциясының рН деңгейіне тәуелділігі анықталды. Тәжірибеде *E. coli* және *Streptococcus faecalis* клеткалары қолданылды. Иммобилизацияның жоғары деңгейі төменгі рН мәндерінде, яғни клеткалар изоэлектрлік жағдайда немесе оң зарядталған кезде байқалады. Клеткалар теріс зарядталғанда – сілтілі ортада иммобилизация тиімділігі төмен болды. Ал, клеткалардың керамзитке адсорбциясы керісінше өтеді. Мұнда сорбция қышқылды ортаға қарағанда (5,0), сілтілі ортада (8,0) жақсы жүреді. *Bacillus mycoides* бактерияларының шыныға иммобилизденуіне орта қышқылдығының оптималды мәні 4,6 тең

болды. Әдебиеттердегі мәліметтер бойынша 10 сағатта микроорганизмдердің 100% шыны бетіне адсорбцияланған.

Адсорбция процесінің жүруі және ферменттік тасымалдаушымен берік байланысуы иммобилиздеу процесінің жүргізілу жағдайына байланысты. Ферменттің адсорбциясына әсер ететін негізгі факторлар, тасымалдаушының меншікті беті мен саңылаулығы, рН көрсеткіштері мен фермент ерітіндісінің ионды күштері, концентрациясы, адсорбция процесінің жүргізілу температурасы болып табылады.

Ластанған сулардан көмірсутектерді тазалаудың бір жолы – мұнай және мұнай өнімдерін көміртегі мен энергия көзі ретінде пайдаланатын микроорганизмдерді қолдану. Суды мұнай мен мұнай өнімдерінен тазалауда иммобилизденген микроорганизмдерді қолдану арқылы тазалау эффектілігін артуға болады. Берілген жұмыста *A. calcoaceticus* К-4, *N. vaseinii* К-8, *R. erythropolis* ЭК-1 штамдары қолданылды. Ұсақталған керамзит (бөлшектердің мөлшері 2-3 мм) колонкаларға салынып, құбыр суымен шайылды және 1 сағат бойы 121° С стерилизацияланды. Кейінгі жұмыстарда керамзитке иммобилизденген мұнай тотықтырғыш бактериялар залалсыз емес жағдайларда, 18-20°С температурада арнайы зертханалық нұсқалық қондырғыда өсірілді. Клеткаларды иммобилиздеу алдында керамзитті қабаттың үстіне мұнай құйылды. Ол үшін жеңіл мұнай қолданылды, тығыздығы – 0,85 г/см³. Колонка арқылы 100-500 мг/л мөлшерде мұнайы бар суды өткізіп отырды. Әрбір 4 сағат сайын судың сынақтары алынды. Мұнайдың мөлшері өлшеу әдісімен анықталынды. 24-36 сағатта колонкалардағы мұнайдың мөлшері 30-50 мг/л дейін арта бастады. Уақыт өткен сайын мұнайдың мөлшері жоғарлай берді. Бұл ағын сулардағы мұнай концентрациясының төмендеуін көрсетеді.

Көптеген биотехнологиялық процестер ең алдымен микробты, сонымен бірге өсімдік және жануарлар клеткалары сияқты табиғи объекттерді қолдануға негізделеді. Сондықтан олардың қолдануының негізделген және технологиялық қолайлы варианттарын таңдаумен байланысты проблемалары бірінші орынға ие. Осыдан гомогендіге қарағанда гетерогенді катализдің бірқатар артықшылықтарын қолдану үшін ерімейтін тасымалдаушы бетінде немесе ішінде клетканы бекітуді қолдану ұсынысы жасалған.

Клеткалардың иммобилизденуі – биокатализатор молекуласын жеке, бос ерітінді фазасынан бөлек, бірақ онымен субстрат, эффектор немесе ингибитор молекуласымен алмаса алатын фазаға енгізетін әдістемелік тәсіл болып табылады.

Иммобилизденген клеткалар нативті клеткалармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие:

- 1) микроб клеткаларын дақылдауын мерзімді схемадан тиімді үздіксіз технологияларға көшу арқылы бір уақытта қолданылатын реактордың мөлшерін азайтуға мүмкіндік береді;

- 2) үздіксіз процестер үшін иммобилизденген күйдегі клеткалардың биокаталитикалық қасиетерін ұзақ уақыт пайдалануға мүмкіндік туады;

3) иммобилизованная клеткаларда дәстүрлі ферментациямен салыстырғанда биомасса концентрациясының реактор көлемінің бірлігінде көбеюі нәтижесінде өнімділігін жоғарылату мүмкіндігі бар;

4) иммобилиздеуді қолдану арқылы жалпы процеске энергияның жұмсалуды төмендейді, ал орталарда еритін қоспалардың мөлшері аз болатынына байланысты соңғы өнімді тазалау мен бөліп алу процедуралары жеңілдейді;

5) иммобилиздеу нәтижесінде әр түрлі жағымсыз, инактивтеуші сыртқы факторлардың (температура, қышқылдылық, электролиттер немесе улы заттар концентрациясы және т.б.) әсеріне клеткалардың тұрақтылығының жоғарылауының мысалдары белгілі, ал кейде биотехнологиялық жүйенің кездейсоқ ластануы кезінде патогенді микрофлорадан қосымша қорғау мүмкіндігі туады.

Өндірістің тиімділігін жоғарлату үшін иммобилизованная клеткаларды қолдануы жалғыз ғана жолы емес. Клеткалардың иммобилизденуі қажет немесе иммобилиздеу қажет емес жағдайлар бар. Сондықтан иммобилизованная клеткалардың жоғарыда айтылған артықшылықтары көп жағдайда қол жеткізбейтін болады. Бұл жағдайлардың шарттылығы мен әр мәнділігі қолданатын организмдердің көп түрлілігімен, олардың жеке ерекшеліктерімен, әрбір биотехнологиялық процестің нақты мақсаттары немесе құралдың арналуымен (мысалы, клеткалар қолданылатын биодатчик), иммобилиздеу тәсілімен және мұндағы тасымалдаушының қасиеттерімен анықталады. Мысалы, егер бір дақылдар қолданғанда олардың белсенділігін төмендетпей, иммобилизованная жүйесінің ұзақ қызмет атқаруына жетуге болса, гендік-инженерлік штамдарын қолданғанда оны әрқашан жасау мүмкін емес.

Сонымен, иммобилизованная клеткаларды синтез немесе заттар трансформациясының әр түрлі мақсаттарына қолдану жаңа өндірістердің технологиялығын жоғарлатудың немесе қалыптасқан процестердің кемшіліктерімен күресуде ұқыптылығын және тиімділігін міндетті түрде қарастыру керек.

Адгезия процестеріне микроорганизм клеткаларының қасиеттерінің әсері. Микроорганизм клеткаларының адсорбцияға деген қабілеті олардың жасымен және культура жағдайымен анықталады, сонымен қатар өсіру ортасының құрамына байланысты. Әдетте, өсудің лаг-фазасында және экспоненциалды фазаның алғашқы кезеңдерінде адсорбция өте нашар жүреді. Экспоненциалды фазаның ортасында клеткаларға максималды адсорбция тән, ол қабілет не өзгермейді, не стационарлы фазада бәсеңдейді. Бірақ, жоғарыда аталған заңдылықтар әр уақытта анықтала бермейтінін атап кеткен жөн. Кейде клеткалардың адсорбцияға қабілеті күрделі жолмен өзгеріп, немесе дамудың барлық этаптарында өзгеріссіз қалады. Өлген клеткалар тірі клеткаларға қарағанда өзінің адсорбциялық қабілеттерін өзгертпейді.

Микроорганизм өсетін қоректік ортаның құрамы маңызды рол атқарады. Көбінесе қатты клеткаларда өскен клеткалардың адсорбциялық қабілеті,

сұйық қоректік ортада өскен клеткаларға қарағанда жоғары. Қоректік ортаға глицерин қосқан жағдайда клетка қабығының бетінде липидтер мөлшері артып, адсорбциялық қабілетін өзгертуге болады. Көмірсуларда өсірілген микроорганизмдердің беттік қасиеті қатты өзгереді.

Әртүрлі жасына байланысты немесе әртүрлі қоректік ортада өскен микроорганизмдердің адсорбциялық қабілетінің өзгеруі, клетка қабығының құрылымы мен құрамының және олардың әлеуеттерінің (потенциалдарының) өзгеруімен түсіндіріледі. Сонымен қатар, клетка бетінде болатын өсінділердің (талшық, өсінді) саны мен сипаты өзгереді.

Қозғалғыш келген микроорганизмдер адсорбциясы әлсіз болады, өйткені олардың қозғалысы адгезия күштеріне қарсы болады. Адсорбциядан кейін қозғалғыш клеткалар өздерінің бір полюсімен клетка бетіне байланып, ал екінші полюсі бос күйінде қалып клетка өзінің қозғалысын жалғастырады. Клетка қозғалғыштығы клетка жасының өсуімен бәсеңделеді, сол кезде олардың адсорбциялық қабілеті артады.

Көптеген жағдайда клетка қабығының бетінде капсула, шырыш, қаптар түзетін гидратациялық материал болады. Олардың болуы клетканың адсорбциялық қабілетіне әсер етеді. Капсулалар мен шырышты қабат тізбектеліп немесе топталып бір ғана клетканың төңірегінде орналасып қоймайды, сонымен қатар көптеген клеткалардың сыртында пайда болып, оларды түгел қоршайды.

Капсуланың химиялық құрамы клетканың түріне және туысына байланысты. Ол шырышты қабаттармен бірге полисахаридтерден, полипептидтерден, немесе полисахаридті протеинді комплекстен тұрады. Полисахаридті капсулалар табиғаты жағынан гомо- және гетерополимерлі болады. Капсулалар құрамында глюкоза, рамноза, аминоканттар, кетодезоксигалактон және урон қышқылы болатын полисахаридтерден тұрады. Зарядталған топтары бар клеткалардың экзополисахаридтері, адсорбенттің зарядталған топтарымен әрекеттесе алады. Сонымен қатар, молекулалық қозғалғыштықтың әсерінен полисахаридтің полимерлі молекуласының сегменттерінің кейбір бөліктері клетка бетімен байланысқа түседі, нәтижесінде адгезиялық әрекеттесулердің беріктілігі анағұрлым артады. Капсула мен шырыштың түзілу шапшаңдығы бактерияның түрі мен қоректік ортаның құрамына, өсу температурасына байланысты.

Сірке қышқылы бактериясының клеткадан тыс бөлетін целлюлоза, сонымен қатар *Leuconostoc* және *Pediococcus* клеткалары бөлетін декстран жатады. Гетерополимерлі полисахаридтен құралған капсулалар кеңінен таралған. Полисахаридтердің құрамына азотты және фосфатты қосылыстар кіреді. Бациллалардың бірқатар түрлерінің капсуласы поли-Д-глутаминнен тұрады. Кейбір бактерияның капсула құрылысы мен химиялық құрамы анағұрлым күрделі. Мысалы, *Sphaerotilus natans* клетка қабығының 36 %-ы - қант, 11 %-ы - гексозамин, 27 %-ы - ақуыз, 5,2 %-ы - липид, 0,5 %-ы - фосфор.

Клетка капсуласы маңызды қызмет атқарады. Ол клетканы механикалық зақымданудан, улы заттардан, радиациядан, клеткаға фагтардың енуінен,

ылғалды клетканың бойына ұстап, оны кебуден сақтайды. Кейбір патогенді микроорганизмдердің, мысалы, күйдіргі ауруының қоздырғышы мен пневмококтың капсулалары, клетканы фагоцитоздан сақтайды. Ал басқалары клеткадан бөлінетін шырышты заттардың көмегімен қатты дененің бетіне жабысу қызметін атқарады. Бірақ капсулалар клетка тіршілігі үшін аса маңызды емес. Оларды клеткадан бөліп тастаса да, клетка тіршілігін жоймайды. Клеткалардың капсуласын қышқылдармен, сілтілермен ерітіп, шырышты қабаттарын тұндырып, клеткадан бөліп алуға болады.

Микроб клеткалардың беттік құрылымдарына кірпікшелер немесе пилиларды жатқызады. Пилилар – бактериялардың клетка қабықшасында орналасатын кірпікшелер немесе қылшықтар. Оларды сонымен қатар фимбрия деп те атайды. Пилилар қозғалғыш жән қозғалғыш емес бактерияларда кездеседі. Олар пилин ақуызынан тұрады. Ұсақ бөлшектері клетканың бетінен басталатын жалғыз қабатты, іші қуыс түтікше сияқты жіпше құрайды. Кірпікшелердің 60 түрі анықталған, соның ішінде толық зерттелгендері:

- *F-pili* – жыныстық пили;
- *commonili* – пили, адгезияға жауапты.

Кейбір клеткалардың пилилары жиырыла алады, олар қатты субстраттың бетінде баяу жылжиды. Жалпы пилилар бактерияларға гидрофобтық қасиет береді, яғни олардың өсімдік ішек эпителиі және саңырауқұлақ клеткаларына жабысуын қамтамасыз етеді. Кейбіреулері қан эритроциттерін агглютинациялайды және бактерия өсетін сұйық қоректік ортаның бетінде қабыршақ түзеді.

Клеткалардың тіршілік әрекетіне иммобилизация әсері. Иммобилиздеу әдісі мен жағдайына тәуелді оны жүргізу, әртүрлі әсерлерді көрсетеді, өзгерістерге клеткалардың модификациясы және олардың физиологиясы да ұшырайды.

Адсорбциялау кезінде фаза айырмасының бетіндегі жағдайдың спецификасы, тасымалдаушы мен клетканың түрі негізгі рөлді атқарады. Бірқатар жағдайларда адсорбенттер микроорганизмдерден өндіріліп шығарылатын улы заттармен байланысуы арқылы клеткаларды әртүрлі зақымдаушы әсерлерден сақтайды. Микроб клеткаларын әртүрлі гелдерге бекіткенде олардың белсенділігіне де әр түрлі әсер етеді. Кейбіреулерінде иммобилизация клеткаларының лизисін шақырса, басқаларында микроорганизмдер бірнеше тәулік бойы белсенді күйде қалады.

Мақсатталған өнімді бос микроб клеткасының бастапқы жағдайымен салыстырғанда, иммобилизденген клеткаларды қолдану экономикалық эффект берген болса, иммобилизденген клеткаларды пайдаланудың маңызы болады. Ол (экономикалық эффект) соңғы өнімнің шығуының жоғарылауынан, ферментация шығындары аз болғанда немесе тазалауға кеткен шығындарға, өндірістік қалдықтар санының төмендеуіне, капиталдың салымдарының төмендеуінің және эксплуатациялық шығындардың төмендеуінен байқалды. Препараттың тұрақтылығы мен белсенділігі –

иммобилизденген микроорганизмдер клеткаларының барлық сипаттамаларының ішіндегі техникалық маңызы болып табылады.

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларының барлық сипаттамаларының ішіндегі технологиялық маңыздылары – белсенділігі мен препараттың тұрақтылығы болып табылады.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Микроб клеткаларының қасиеттерінің адгезиялық ерекшеліктеріне сипаттама беріңіз.
2. Иммобилизденген жағдайдағы тірі клеткалардың физиоло-биохимиялық ерекшеліктерін атап көрсетіңіз.
3. Ксенобиотиктердің тотығу жылдамдығы ластанған сулардың құрамына, қолданылатын микроорганизмдеріне және тасушының материалына тәуелді екенін мысалдар арқылы келтіріңіз.
4. Ластанған сулардан көмірсутектерді тазалаудың жолдарын көрсетіңіз және мысалдар келтіріңіз.
5. Иммобилизденген микроорганизмдер клеткаларын ерекшеліктеріне сипаттама беріңіз.
6. Иммобилизденген клеткалар нативті клеткалармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие екенін дәлелдеңіз.
7. Адгезия процестеріне микроорганизм клеткаларының қасиеттерінің әсері қандай факторларға негіз бола алатынын атап көрсетіңіз.
8. Капсуланың орналасуына, химиялық қасиеті мен қызметіне сипаттама беріңіз.
9. Клеткалардың тіршілік әрекетіне иммобилизация әсерін түсіндіріңіз.
10. Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларының барлық сипаттамаларының ішіндегі технологиялық маңыздыларын атап көрсетіңіз.

5. МИКРООРГАНИЗМДЕРДІҢ ИММОБИЛИЗДЕНГЕН КЛЕТКАЛАРЫН БИОТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ӨНДІРИСТЕГІ АСПЕКТИЛЕРІ

Микробиологиялық өндірістің технологиясы. Микробиологиялық синтездің тиімділігінің жоғары болуы штам-өндіргіштерінің аса белсенділік көрсетуіне байланысты. Олардың негізгі қасиеттеріне өсу қарқындылығының жоғарылығы, ақырғы өнімі мол болатын, арзан субстраттарда өніп-өсуінің шапшаңдығы, экономикалық бағалылығы, әртүрлі жұқпалы дерттерге төзімділігі мен тұрақты болуы. Өндірісте селекциялық және генетикалық инженерияның әдістерін қолданып алынған табиғи штамдардың мутанттарын

қолданады. Бұнда табиғи штамдардан микроб массасын алу, ал генетикалық бағалы штамдарды қоректік ортаға бөлетін метаболиттік өнімдер алу үшін пайдаланады. Бұл үшін табиғи штамдарды қолдануға болмайды, өйткені оларда метаболиттердің шамадан тыс мөлшерде бөлінуіне кедергі келтіретін бақылаушы механизмдер бар.

Микроорганизмдердің табиғи штамдарының өздері өсіп тұрған ортаға қажетті өнімдерді бөлуі мен қорландыру қабілеті өте төмен. Сондықтан микробтардан белгілі бір затты өндіру үшін штамдардың табиғи қабілеттілігін күшейту қажеттілігі туындайды. Бұндай міндетті жүзеге асыру үшін табиғи штамдардың арасынан селекция әдісімен қажетті заттарды қарқынды түрде синтездеу немесе оларды жоғары дәрежеде түзуге қабілеті бар мутанттарды табу керек.

Бастапқы белгілі бір штамдарды таңдап алу олардың табиғи қасиеттеріне байланысты. Бұл микроорганизмдердің ортаға бірқатар мөлшерде біріншілік және екіншілік деңгейдегі метаболиттерді түзу қабілеті немесе олардың түзбеуі, бірақ шамадан тыс жүретін синтез процесін тежеу үшін аз ғана мөлшерде болуымен анықталады. Егерде әртүрлі таксономиялық топтарға жататын табиғи штамдар бір затты бөліп шығаратын болса, онда олардың ішінен болашақ өндірісте техникалық жағынан қиындық келтірмейтіндерін таңдап алу керек. Микроорганизмдерді қоректік ортада белгілі бір мерзімде өсіргеннен кейін штамдарының сандық көрсеткіштері, олардың түзетін өнімдерімен және сол өнімдердің /антибиотиктердің, аминқышқылдарының/ ортада жиналуы арқылы сипатталады. Ол қоректік ортаның көлеміне шаққандағы алынған препарат массасының өлшем бірлігімен белгіленеді /мысалы: мкг/мл, г/л/. Егерде бұл метаболит фермент болса, штамның сандық сипаты ретінде тиісті өлшем бірлігіндегі фермент белсенділігі арқылы есептеледі.

Штамм – өндіргіштерді таңдап алғаннан кейін, өте қатаң бақыланатын жағдайда барлық қажетті бақылаушы өлшегіш аспаптармен жабдықталған ферменттерда себінді материалдарды бірден көптеп жинауға кіріседі.

Микробиология өндірісінде бастапқы және екінші қатардағы шикі заттардың негізінде алынатын арзан қоректік орталарды пайдалану анағұрлым тиімді. Мысалы, көміртегінің көзі ретінде көбінесе астық тұқымдастардың крахмалын, сірнені, n-парафинді, целлюлозаны, лактозаны, метанолды кейде этанолды және сірке қышқылын, ал азот көзі ретінде жүгеріні, ашытқылар сығындысын /экстракты/, сояны және балық ұнын, белокты гидролизаттарды, мочевианы және т.б. қолданады.

Микроорганизмдердің көп түрі адамзатқа белгілі болғанымен, өндірісте тек бірнеше түрдің мыңға жуық штаммы ғана қолданылады. Оның

себебі, өндіріске қолданылатын штамдар біршама қатаң талаптарға сай болуы керек:

- 1) арзан субстраттарда өсуі қажет;
- 2) жоғары жылдамдықпен өсуі керек немесе аз уақытта өнім шығымы көп болуы керек;
- 3) қажетті өнімді алу үшін синтетикалық белсенділігі жоғары болуы керек және қосымша өнім түзілуі төмен болуы қажет;
- 4) өнімді шығаруға жұмсалған шығын ақталуы үшін қажет өнімнің концентрациясы максималды жоғары болуы керек;
- 5) фагқа және әр түрлі инфекцияға тұрақты болуы керек;
- 6) адамдар мен қоршаған ортаға зиянсыз болуы керек.

Микроорганизмдерді биотехнологиялық процестермен жетілдіру экономикалық және экологиялық жағынан тиімді болу үшін жасалынады.

Иммобилизденген клеткалардың бөтен микрофлорамен ластануына тұрақтылығы. Микробиологиялық (биотехнологиялық) өндірістердің залалсыздығы (стерилділігі) - өте үлкен мәселе, оны шешу және қолдану айтарлықтай қаражатты қажет етеді. Өндірісте залалсызды (стерилді) жағдайларды жасау бірінші міндет болып табылады.

Егер этил спиртіні алу кезінде *Saccharomyces cerevisiae* ашытқылары бар ашыту ыдыстарында сірке қышқылды бактериялардың 3-5 клеткалары табылса, процесті тоқтату қажет.

Иммобилизденген клеткаларды қолдану кезінде өндірістің залалсыздығына (стерилділігіне) қойылатын талаптар да орындалуы қажет. Соған қарамастан иммобилизденген биокатализаторларды пайдалану айқын артықшылықтарға ие. Ең алдымен иммобилизденген клеткаларды пайдалануға болатын процестер ұзақ ағынды режимде іске асады. Үздіксіз жүйелер бұл жағынан да бос клеткалармен жұмыс істеу санының азаюына байланысты пайдалы болып келеді. Егер реактор тек бір рет қана өніммен толтырылса, онда өнімнің негізгі ластану көзі берілетін қоректік орта мен ауа болуы мүмкін. Өнімнің залалсыздануы үлкен масштабты өндірістерде көп қаражатты қажет ететін кезең. Әсіресе, микробиологиялық өндірістерде субстрат ретінде қолданылатын әр түрлі өндірістердің екіншілік өнімдері (қалдықтары) микрофлорамен ластанған болады. Бактериялық және саңырауқұлақтардың спораларынан құтылу өте қиын. Мерзімдік дақылдау кезінде мұндай «тірі» споралар екі және одан да көп тәулікке созылатын ферментация процесінде өсіп, өнімнің ластануына алып келеді. Үздіксіз процестерде реактор арқылы субстрат ағынының жеткілікті жылдамдық арқасында оған түсетін споралар немесе микроорганизмдер көбеюге үлгермей, жүргізілетін процеске өзгертулер енгізбейді.

Катализдейтін процестің типіне байланысты клетка-тасмалдаушы жүйесі келісідей жіктеледі:

- биокатализаторлар - белгілі бір биохимиялық процестерді катализдейтін жүйелер;
- биосорбенттер, ерітінділерден түрлі қосылыстарды жинақтау немесе қалдықтарды тазалау үшін және металдарды таза күйінде алу мақсатында қолданылады;
- биодеструкторлар, органикалық заттар, яғни беттік белсенді зеттар, мұнай, мұнай өнімдерін және қалдықтарын т.б. ксенобиотиктердің ферментті тотығу процестерінде қолданылады.

Биотехнологиялық өндірістерде иммобилизденген клеткаларды қолдану мәселелері. Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларын қолдану биотехнологияда жаңа мүмкіндіктерді ашады. Алайда бос өсірілетін клеткаларды иммобилизденген клеткаларға ауыстыру кезінде туатын қиындықтарды да айта кету керек. Ең алдымен, бұл микробиологиялық (биотехнологиялық) өндірісте қолданылатын шикізат консистенциясы. Бұл жағдайда мысал ретінде қалыпты емес картоп пен дәннен этил спиртін алу процесін келтіруге болады.

Биотехнологиялық өндірістерде иммобилизденген клеткаларды қолдану мәселелері. Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткаларын қолдану биотехнологияда жаңа мүмкіндіктерді ашады. Алайда бос өсірілетін клеткаларды иммобилизденген клеткаларға ауыстыру кезінде туатын қиындықтарды да айта кету керек. Ең алдымен, бұл микробиологиялық (биотехнологиялық) өндірісте қолданылатын шикізат консистенциясы. Бұл жағдайда мысал ретінде қалыпты емес картоп пен дәннен этил спиртін алу процесін келтіруге болады.

Мұндай шикізат құрамында көп мөлшерде қатты заттары бар қою гомогенсіз зат болып табылады. Ашыту ыдысына шикізат, ашытқы клеткалары мен глюкоамилазаны енгізеді. Этил спирті ашытқы клеткаларының өсу процесінде жинақталады, ашытқы клеткалары глюкоамилазаның шикізат әсерінен түзілетін (шикізатты қанттандыру мен этанолдың түзілуі бірге жүреді) глюкозаны ашытады. Иммобилизденген клеткалармен осындай өндірісті құру мүмкін емес, себебі, біріншіден, реакторға қою қоректік ортаны үздіксіз беріп тұруды жүзеге асыру мүмкін емес, екіншіден, ашытқыларды иммобилиздеудің қолайлы әдісі мен тасымалдаушыны таңдау қиынға түседі. Енгізілген клеткалары бар гельді матрицалардың саңылаулары мен каналдарына қатты қоспаның бөлшектері тұрып қалуы мүмкін. Ең алдымен, крахмалдың қанттану процесін немесе

процестің толық жүргізілуін өзгертіп алып, одан кейін ғана бос клеткаларды иммобилизденген клеткаларға ауыстыру керек болуы мүмкін.

Микроб синтезімен алынған өнімді бөліп алу (гомогенді) катализ. Ферменттік катализатор немесе клеткалар популяцияларының белсенділігі мен тіршілігінің пайдалы уақыты қоршаған ортаға байланысты. Сондықтан, биореакторларды тиімді пайдалану үшін катализаторлардың қасиетіне тигізетін әсерін бақылау мен білу қажет. Бұның бәрі популяциядағы клеткалардың жағдайын бірқалыпты бақылап отыруға және орта мен газдың физикалық, химиялық параметрлерін анықтауға арналған, детекторы бар биотехнологиялық өндірісті аспаптармен жабдықтау арқасында мүмкіндік болды.

Зертханада кішігірім қондырғылар ауаның көлем шапшаңдығы мен температурасын ғана өлшей алады. Жұмыс процестерін үлкен реакторларда жүргізгенде үнемі температураны, қысымды, араластыруға кеткен қуатты, араластырғыштың жылдамдығын, ортаның тұтқырлығын, газ және сұйық фазалардағы көлемдік жылдамдығын, көбіктің түзілуі және реактордағы заттың көлемі мен массасын анықтауға болады. Ал популяция болса, өсіру кезінде суспензияның оптикалық тығыздығын өлшеу арқылы оның концентрациясын бақылауға болады. Сонымен қатар, ультракүлгін сәулемен /366 нм/ оның клеткаларын өңдегеннен кейін НАД және НАДФ /460 нм/ тотықсызданған флюоресценцияланған формасының метаболиттік жағдайын тексеруге мүмкіндік туады.

Деректерді жинап, оларды талдау және түсініктеме беру, биотехнологиялық процестерді басқару мен оны үйлестіру компьютерлерді қолдану едәуір жеңілдік келтіреді.

Биореакторлар ішіндегі заттар микроб клеткаларынан, метаболизмнің клеткадан тыс өнімдерінен, микроорганизмдер тіршілігі барысында түзілген клетка ішілік өнімдерден, сонымен қатар өзгеріске ұшырай қоймаған субстрат компоненттері сияқты күрделі қоспалардан тұрады.

Заттарды бөліп алу тәсілдеріне қойылатын талап - қандай да бір өнімдерді бөліп алу қажеттілігіне байланысты. Олар биомассаны алуға бағытталған өнімдер мен ерекше таза препараттар үшін әртүрлі болып келеді және ол культуралдық сұйықтың бастапқы қасиетіне, яғни оның температурасына, тұтқырлығына, рН көрсеткішіне, иондық күшіне, өнім концентрациясына, қоспаның түріне байланысты болады.

Егерде бөліп алынатын өнім үнемі сулы ортада болса, онда заттарды фазаға көшірмей-ақ мембрана көмегімен бөлуге болады. Бұл осмостық кері қайтару құбылысы мен мембрананың әртүрлі мөлшердегі молекулаларының өткізу қабілетіне негізделген.

Қарапайым, осмос мынадай құбылыс болып есептеледі: егерде қандайда болмасын бір зат және таза еріткіш бұл зат өтпейтін мембрана арқылы болса, онда осы екі заттың концентрация градиенті екі фазада тепе-тең болғанша еріткіш мембрана арқылы ертіндіге өте береді. Ал, егерде ерітінді шамадан тыс қысыммен әсер етсе, онда еріткіш градиентке қарсы еріген фазадан, таза еріткіш фазасына қарай ауысады. Егерде қолданылатын мембрана саңылаулары 3 нм-ден аз, ал қысым 1-25 МПа тең болса, онда бұл құбылысты кері қайтарма осмос деп атайды. Ал егерде ол саңылаулар 3-тен 100 нм, ал қысым 0,1-2 МПа болса, онда оны ультрасүзгілеу деп атайды.

Микроорганизмдер арқылы алынатын бағалы өнімдер. Биокатализді, сонымен бірге иммобилизденген микроорганизмдер арқылы, көп көлемде өндіру үшін қажет салыстырмалы төмен бағалы заттарды («ауыр» көп тонажды микробиологиялық синтез жағдайында), сонымен қатар заттардың аздаған мөлшерін шығару үшін қолдануға болады, бұл жағдайда олардың бағасы өте қымбат болуы мүмкін. Микроорганизмдерді әр түрлі мақсаттарда қолдану мүмкіндіктері көрсетілген.

Ауыр микробиологиялық синтез жағдайында соңғы өнімдер ретінде қоректік ортаның компоненттерінен тазалау арзан әдістер (айыру (перегонка) немесе ион алмастыру хроматографиясы) арқылы іске асатын өнімдерді таңдау керек. Жіңішке микробиологиялық синтез үшін (физиологиялық белсенді заттар және т.б.) тазалаудың баға мәселесі критикалық болып табылмайды.

Спирттерді және кетондарды алу. Қазіргі заманғы қолданбалы (техникалық) микробиологияның түпкі тамырлары өткен ғасырлардың басындағы химия өнеркәсібінде жатыр, бұл кезде этанол, ацетон, бутандиол, бутанол, изопропанол сияқты заттардың өнеркәсіптік өндірістердің негіздері өңделген. Бұл сәттіліктер мұнай химиясы өнеркәсібінің белсенді дамуына және мұнай шикізаттарын өндірудің күрт ұлғаюына байланысты тез арада ұмытылған. Алайда, қазіргі уақытта қайтып қалпына келмейтін ресурстар өнімдерінің шектеулі екені скептиктерге де белгілі. Бұл қорлар 800-900 млрд. тоннаға бағаланады – қайтып қалпына келетін өсімдік шикізатының қоры да шамамен осындай болады, мұндағы 100 млрд. тонна биомасса жыл сайын өсімдіктердің фотосинтетикалық белсенділігі нәтижесінде жиналады. Сондықтан, шикізат мүмкіндіктері қайта бағалануы жүріп, сонымен бірге биокатализаторларды пайдалану мүмкіндіктері де қайта бағалануда.

Органикалық қышқылдарды алу. Органикалық қышқылдар және оның тұздары тамақ, фармацевтикалық, текстилдік, тері, химиялық, металлургиялық және өнеркәсіптің басқа да салаларында кеңінен қолданылады, сондықтан оларды алу көптонажды микробиологиялық

синтездің маңызды бағыты болып табылады. Көптеген қышқылдарды химиялық және микробиологиялық жолдармен өндіруге болады, химиялық жолмен алынған қышқылдарды техникалық қажеттіліктерге, ал екінші жол - тамақ өнеркәсібі мен медицина мақсаттарына қолдануға ыңғайлы.

Органикалық қышқылдардың микроорганизм - продуценттері үшін көміртегі көзі ретінде көмірсулар, органикалық қышқылдар, спирттер, алкандар болып табылады. Кейбір жағдайларға байланысты дақылдың өсуі тоқтағанда және стационарлы фазаға көшкен кезде, көбінесе, клеткалар қышқылдарды бөледі.

Микроорганизмдердің арасында органикалық қышқылдарды синтездеу қасиеті кең көлемде таралуына қарамастан, практикада қышқылдарды алу үшін жанама өнімдерді синтездемейтін арнайы таңдап алынған немесе мутантты жоғары өнімді штамдарын пайдаланады. Бұл жағдайларда органикалық қышқылдардың шығымы, процестің моно өнімдері бойынша өте жоғары болып келеді: сүт қышқылы үшін - 90, глюкон қышқылы - 90-95, сірке қышқылы - 90-98, лимон қышқылы үшін - 85%.

Аминқышқылдарын алу. Өсімдіктер мен микроорганизмдер қажетті барлық аминқышқылдарын өздері синтездеуге қабілетті, алайда, адамның организмі өзінің тіршілігі үшін қажетті 20 аминқышқылдың 12-ғана синтездейді. Қалған 8 тағаммен түсуі керек, сондықтан оларды ауыстырылмайтын деп атайды, оларға валин, лейцин, изолейцин, треонин, метионин, лизин, фенилаланин, триптофан жатады.

Аминқышқылдары дәм қоспалары (ауыл шаруашылық жануарлар және балықтар рационында) ретінде қолданылады. Аминқышқылдары дәмді күшейткіш және тағам рациондарында айтарлықтай қызмет атқарады. Кейбір аминқышқылдардың, мысалы, аспарагин қышқылының туындылары, қанттан да тәтті, бірақ оның кері әсері болмағандықтан емдеу тағамдарында және тағам өнеркәсібінде қолданылады. Аминқышқылдар детергенттер, полиамин қышқылдар, полиуретандардың алғы заттары ретінде парфюмерия және фармацевтикалық өнеркәсіпте шикізат ретінде пайдаланылады.

Дәрумендерді (витаминдерді) алу. Адамдарды және ауыл шаруашылық жануарларын қажетті мөлшердегі дәрумендермен қамтамасыз ету мәселесін тек қана дәстүрлі витаминдік ресурстарды қолдану арқылы шешу мүмкін емес. Витаминдер қатарына жататын заттардың табиғаты мен қызметі туралы ақпараттарына байланысты шартты және өзгермелі болады. Витаминдер санына әріптік классификациясы бойынша мыналар жатады: *A* – тобы (ретинолдар және *A* провитамины β -каротин), *B* тобы (*B*₁ - тиамин, *B*₂-рибофлавин, *B*₃- пантотен қышқылы, *B*₅- никотин қышқылы, *B*₆- пиридоксин, *B*₉- фолий қышқылы, *B*₁₂- кобаламиндер, *H*-биотин), *C* – витамині (аскорбин

қышқылы), *D* витамині (кальциферолаттар мен провитамины – эргостерин, холестерин), *E* – токоферолдар, *K* – нафтохинондар, олардың коферменттік түрлері және басқа әр түрлі туындылар.

Антибиотиктерді алу. Иммуализденген клеткалар негізіндегі биокатализаторларды қолдану антибиотиктерді алу саласында үлкен жетістіктерге жетуге мүмкіндік туғызған. Антибиотиктердің синтезімен байланысты биотехнология саласының маңыздылығын ең көп таралған 4 топқа жататын пеницилдер, цефалоспорины, тетрациклины және эритромициндердің әлем бойынша өтімділік бағасынан көруге болады (медицина және ветеринарияға сату): 1978 жылы ол 4 млрд. доллар, 1980 жылы шамамен 7 млрд. доллар, 1985 жылы шамамен 8 млрд. доллар құраған (өндіру көлемі жылына 60 мың тоннадан асқан).

Жартылай синтетикалық антибиотиктердің жаңа түрлері химиялық құрылымы бойынша күрделі заттар болып келеді, сондықтан толық химиялық синтездің негізінде алу әдісі микроорганизмдерді қолдану әдісімен бәсекелесе алмайды. Филаминтозды саңырауқұлақтың 6 туысы шамамен 1000 әр түрлі антибиотиктерді, соның ішінде цефалоспорины (*Cephalosporium sp.*) және пенициллины (*Penicillium sp.*) синтездейді. Филоментозды емес бактериялардың 2 туысы антибиотиктердің 500 түрін, ал актиномицеттердің 3 туысы 3000-ға жуық (*Streptomyces sp.* туысы көп үлес қосады) түрін синтездейді. Белгілі антибиотиктердің саны жыл сайын бірнеше жүзге көбеюде.

Ферменттерді алу. Қолдану аймағына байланысты ферменттерге әр түрлі талаптар қойылады: тазалығы, құрамы, алу көзі. Медицина мақсаттары үшін әдетте тазалығы жоғары индивидуалды ферменттер қолданылады, ал, мысалы, лигноцеллюлоздық қалдықтарды өңдеуде тазаланбаған көп компонентті фермент препараттары пайдаланылуы мүмкін, жарамды.

Ферменттердің көзі ретінде микроорганизмдер, жануарлардың әр түрлі ұлпалары, өсімдіктер бола алады. Өндірістік масштабта ферменттің қолайлы және практикалық шектелмеген көзі – микроорганизмдер болып табылады, олардан кез-келген белгілі ферменттерді бөліп алуға, олардың биосинтезін реттеу жағдайларын жасауға болады, және кейбір ферментті препараттар (целлюлазалар, гемицеллюлазалар, глюкоизомеразалар) тек микроорганизмдер көмегімен алынуы мүмкін.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Микроорганизмдердің иммуализденген клеткаларын биотехнологиялық өндірісте қолдану мақсатын атаңыз.

2. Өндірісте қолданылатын штамдарға қойылатын талаптарды атап көрсетіңіз.
3. Микроб синтезімен алынған өнімдерге сипаттама беріңіз.
4. Микроорганизмдер арқылы алынатын бағалы өнімдерге сипаттама беріңіз.
5. Спирттерді және кетондарды алу технологиясын түсіндіріңіз.
6. Органикалық қышқылдарды алу және басқа салаларда қолданылуын атап көрсетіңіз.
7. Аминқышқылдарын алу және синтездеуге қабілетті микроорганизмдер түрін келтіріңіз.
8. Дәрумендер және дәстүрлі витаминдік ресурстарды қолдану аясын түсіндіріңіз.
9. Иммуобилизденген клеткалар негізіндегі Антибиотиктерді алуды қарастырыңыз.
10. Ферменттерді алу көзі және оған қойылатын талаптарды атап көрсетіңіз.
11. Жартылай синтетикалық антибиотиктерді алу әдісі.

6. ИММОБИЛИЗДЕНГЕН МИКРОБ КЛЕТКАЛАРЫН БИОРЕМЕДИАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫНДА ҚОЛДАНЫЛУ

Қазіргі таңда мұнай және мұнай өнімдерін кең көлемде өндіру, тасымалдау, өңдеу барысы қоршаған ортаның ластануына әкеліп соғуда. Топырақтың беткі қабатының адсорбциялық қасиетінің жоғарылауына байланысты ластану өте тез жүреді. Қоршаған ортаға түскен мұнай көмірсутектері сол экожүйелердің (су, топырақ) биологиялық тепе-теңдігін: микрорельефін, гидрологиялық режимін, тығыздылығының бұзылуына ықпал етеді, сонымен қатар, биоценозды азотфиксация, нитрификация, тыныс алу секілді процесстерді тежейді, нәтижесінде, табиғи ландшафтардың биологиялық түрлілігін өзгертеді. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластану флора мен фаунаның, биоценоз құрамының өзгеруін туғызады. Мұнайдың улылық дәрежесі олардың химиялық құрамының әртүрлі мөлшерімен, әсіресе ұшқыш ароматты көмірсутектердің (толуол, ксилол, бензол және нафталин) құрамымен анықталады. Көмірсутектер бактериалық хемотаксисті бұзып, органикалық заттардың ыдырауын бөгейді.

Ластану деп қандай да бір ортаға жаңа, оған тән емес физикалық, химиялық және биологиялық агенттерді әкелу немесе осы агенттердің табиғи ортадағы орташа көп жылдық деңгейін көтеруді айтады. Экологиялық көзқарас бойынша бұл түсінікті екі тұрғыдан қарастыруға болады:

- 1) қоршаған ортаға түсіп жатқан немесе адам мен табиғатқа зиянды әсерлердің нәтижесінде пайда болып жатқан заттар;
- 2) қоршаған ортаны ластайтын заттар (мысалы, химиялық заттар).

Тікелей ластанушы объектілер қатарына (ластайтын заттар акцепторы) биотикалық қоғамдастықтың (экотоптық) негізгі компоненттері: атмосфера, су, жер қыртысы кіреді. Ал, жанама ластанушы объектілер қатарына, биоценоз құраушылары — өсімдікгер, жан-жануарлар және микроорганизмдер жатады. Осылайша, ауаның, су мен топырақтың құрамында бар кез келген зат алмасушы агент бола алады. Қоршаған ортаның құрамына кіретін заттарды құрамдас бөліктер деп атайды. Құрамдас бөліктер табиғи да (мысалы, жанартаудың атқылау, өсімдік тозаңы, жел көтерген шаң т.б.), антропогенді де (қоғамның іс — әрекетінің нәтижесі) текті бола алады. Қоршаған ортаның бүлінуі табиғи апаттардан, атап айтқанда жер сілкінісі, өрт және т.б. орын алса, оны табиғи деп, ал адамзат баласының іс-қимыл әрекеті барысында ластанса, оны антропогенді деп атайды.

Экологиялық тұрғыдан ластану объектісі әрдайым экожүйе (биогеоценоз) болып табылатындығын түсіну қажет. Бұдан өзге, табиғи заттардың бір заттың көптігі немесе онда басқа заттардың болмауы (жаңа қоспалардың) экологиялық факторлардың режимдерінің өзгергендігін білдіреді, себебі зиянды заттар өзінің шынайы мәнінде экологиялық факторлар болып табылады. Демек, бұл факторлардың режимі (немесе олардың құрамы) қандай да организмнің (немесе қоректік тізбектегі түйіннің) экологиялық қуысының талаптарынан ауытқиды. Бұл кезде зат алмасу үрдістері бұзылады, продуценттердің ассимиляция қарқындылығы, ендеше бүтін биогеоценоздың өнімділігі кемиді.

Антропогенді ластанушыларды келесі топтарға бөледі:

1) биологиялық — кездейсоқ, не адамның тіршілік етуі барысында, антропогенді жүйелерде немесе ортада әр түрлі ауру тарататын зиянкес организмдердің көбеюі;

2) механикалық — қоршаған ортаның, тек механикалық әсерлердің нәтижесінде ластануы:

3) химиялық — қоршаған ортаның химиялық құрамының өзгеріп, ұзақ жылдар бойы қалыптасқан әр түрлі зат мөлшерінің, қалыпты жағдайдан артып кетуі;

4) физикалық ластану — бұл 5 түрге бөлінеді:

а) өнеркәсіп және жылу-энергетикалық комплекстердің жұмысы барысында қоршаған орта температурасының бұзылуы, мұны жылулық деп атайды;

ә) жарықтық — жергілікті жерлердің табиғи жарық көздерінен басқа, жасанды жарық көздері арқылы, өсімдік және жануарлар дүниесінің тіршілік ету жағдайының өзгеріске ұшырауы;

б) шу, дабыл нәтижесінде;

в) электромагнитті толқындардың шектен тыс артуы;

г) радиоактивті ластану.

Қоршаған ортаның ластануы — кез келген экологиялық жүйеге, оған тән емес сипаттағы жанды-жансыз компоненттердің қосылуы немесе

құрылысының өзгеруі нәтижесінде, экожүйенің — зат, энергия алмасуы бұзылып, өнімділігінің төмендеуі.

Қоршаған ортаның биологиялық ластанудың мысалы, эвтрофтану немесе «гүлдену» құбылысы - биогенді элементтердің, оның ішінде, азот пен фосфордың су көздерінде жиналуына байланысты суқоймалардың бірінші өнімділігінің артуы - “гүлдену процесі” деп аталады. Бұл табиғи процесті антропогендік іс-әрекеттер тездетуі мүмкін. Биогенді элементтер суқоймаларға су және ауа жолдары арқылы түседі.

Эвтрофтанудың негізгі себептері:

- топырақ эрозиясы;
- ауыл шаруашылығында минералды тыңайтқыштардың көп қолданылуы;
- фосфорлы детергенттердің кең қолданылуы;
- мал шаруашылығының қалдықтарының ретсіз тасталуы.

Эвтрофтану процесін сипаттайтын келесі көрсеткіштер:

- 1) су қабатында еріген оттегі мөлшерінің азаюы;
- 2) биогенді элементтер (азоттың, фосфордың) концентрацияларының жоғарылауы;
- 3) органикалық қосылыстардың қалқыма бөлшектері санының көбеюі;
- 4) су түбіндегі шөгінділерде фосфордың шоғырлануы;
- 5) күн сәулесінің сулы ортаға өтетін мөлшерінің азаюы;
- 6) судағы балдырлар популяцияларының саны және түрлілігі өзгеруі (токсиндер бөлетін түрлерге ауысуы);
- 7) фитопланктон түрлілігі азаюына қарамастан олардың биомассасының едәуір мөлшерде көбеюі.

Қазіргі кезде жалпы ластанушылармен қатар ксенобиотик деген ұғым ерекшеленді. Ксенобиотиктер - (грек. т. *xenos* — бөтен, жат, *bios* — тіршілік, өмір) — тірі организмдерге жат химиялық заттектер. Ксенобиотиктер биотикалық айналымға кірмейді, әдетте адамның шаруашылық іс-әрекетінен тікелей немесе жанама пайда болады. Оларға пестицидтер, минерал тыңайтқыштар, жуғыш заттектер (детергенттер), радионуклидтер, синтетикалық бояғыш заттектер және т.б. жатады.

Қоршаған табиғи ортаға түскен соң, олар аллергиялық реакция туғызуы, организмдердің тіршілігін жоюға душар етуі, тұқым қуалайтын белгілерді өзгертуі, иммунитеті төмендетуі, зат алмасуды бұзуы, табиғи экожүйедегі процестердің барысын биосфера деңгейіне дейін тұтастай өзгертуі мүмкін. Сыртқы ортадағы және тірі организмдердегі ксенобиотиктердің айналымын детоксикация және деградация арқылы зерттеу табиғатты қорғау жөніндегі санитариялық-гигиеналық шараларды ұйымдастыруда өте маңызды.

Биотрансформация - бастапқы заттың құрылымына ұқсас, белгілі өнімдерге әкелетін микробиологиялық айналу үрдісі.

Биотрансформация процестері әртүрлі ферментативті реакциялар көмегімен жүзеге асады: тотығу-тотықсыздану, гидроксилдеу, гидрогендеу, изомерия.

Улы ксенобиотиктер қоршаған ортада түрлі жолмен биозаласызданады. Заттар айналымының соңғы нәтижесі бойынша бөлінеді:

- ✓ толық деградация (минерализация, толық деструкция),
- ✓ толық емес деградация (трансформация, жартылай минерализация, жартылай декструкция),
- ✓ поллютанттарды немесе олардың метаболиттерін басқа заттармен – матрицамен (полимеризация, конъюгация, конденсация) байланыстыру.

Толық деградацияға ұшырайтын қосылыстар көміртегі және энергия көзі ретінде немесе кометаболизм процесінде микроорганизмдермен қолданыла алады. Тұрақты органикалық ксенобиотиктердің толық ыдырауы табиғи жағдайда организмдер қауымдастығы мен абиотикалық факторлардың бірігіп әсер етуінің нәтижесінде болады. Микробты минерализация қоршаған ортадан органикалық ксенобиотиктерді жоюда, экологиялық қолайлы және эффективті әдіс болып табылады. Трансформация терминін (толық емес, жартылай декструкция) көбіне өзгеріске әкелетін ауысымда қолданылады, яғни органикалық заттың құрылымын өзгертіп, бірақ оның толық декструкциясына әкелтін процесс. Органикалық қосылыстардың трансформациясы олардың жартылай минерализацияланумен, мысалы, дезаминдену, декарбоксилдену реакцияларының нәтижесінде жүруі мүмкін.

Микробиологияда трансформация сөзінің түсінігінде ортада трансформация өнімдерінің жиналуымен жүреді, бірақ *de novo* заттарының синтезі жүрмейді, органикалық қосылыстардың микроорганизмдердің бір немесе бірнеше ферменттерінің әсерінен өзгеруін айтады.

Ксенобиотиктердің микробиологиялық трансформациясы 3 негізгі ұғымды қамтиды:

1) трансформация (фрагментация) - немесе молекулалық өзгеріс, күрделі тізбектілген молекулалардың қысқа тізбектілген қосылыстарға дейін ыдырауы;

2) минерализация - күрделі заттардың қарапайым заттарға айналуы (H_2O , CO_2 , H_2 , CH_4 , NH_3 және т.б.);

3) аккумуляция - ластаушылардың клетка ішінде жинақталуы.

Биобұзу (биодеградация) – бұл биологиялық белсенділік көмегімен күрделі заттардың өзгеруі. Биодеградация кең ұғым болғандықтан, ол жоғары келтірілген 3 процестерден құралады.

Биодеградациялаушы негізгі биологиялық агенттер – қарқынды метаболизмі мен әртүрлі ферменттік жүйеге ие – микроорганизмдер. Олар кең спектрдегі тұрақты химиялық байланыстарды ыдыратып, сонымен қатар глобальдық заттар айналымына қажетті элементтерді береді және жер бетінде қалдықтардың қалмауын қамтамасыз етеді. Егер қоршаған ортадағы ластағыштар организмнің ішіне түспесе, онда ол ешқандай қауіп төндірмейді. Бірақ, ол организмге түсетін болса, онда көптеген ксенобиотиктер ұлпада жиналады.

Абиотикалық фазадан (судан, топырақтан, ауадан) және тағамнан (трофикалық ауысу) токсиканттардың бөлініп, организмдерде жиналу

процесі биоаккумуляция деп аталады. Сулы орта биоаккумуляциялық қосылыс үшін қолайлы жағдай болып табылады. Бұл жерде сулы организмдер тіршілік етеді, олар көп мөлшердегі суды фильтрлейді және өзінен өткізіп аккумуляцияға қабілетті токсиканттарды ұстап қалады. Мұнаймен және мұнай өнімдерімен ластанған экожүйенің өз бетімен тазалануы трансформациядағы ластанған заттардың биогеохимиялық процесі болып табылады, мұнда көмірсутектердің микробтық қышқылдануы мұнай элиминация процесінің жүргізуші факторы.

Микроорганизмдердің әсерінің нәтижесінде мұнайдың қарапайым қосылыстарға дейін трансформациясы жүреді, сонымен қатар көмірсутектердің компоненттері жалпы теңіздегі көміртектің айналымына қосылады. Жоғары пластикалық ауысу процесінде микробтық популяциялар табиғи сулардың мұнай ластануынан өз бетімен тазаланған процесінде күшті фактор болып табылады. Мұнай мен мұнай өнімдерімен контаминацияланған аймақтардан жойылуы абиотикалық және биотикалық процесстердің жиынтығымен анықталады. Мұнай мен ластанған топырақтың қалпына келуі мен өзіндік тазаруының табиғи процесстері ұзақ уақыт алады, әсіресе жоғарғы деңгейдегі ластануда. Топырақтың мұнаймен ластануының бірінші апталарында негізінен миграцияның физикалық процесстері және булану мен сілтіден айыру нәтижесінде көмірсутектердің ыдырауы жүреді. Булану жылдамдығы әртүрлі және ол орта қасиетіне, метеорологиялық жағдайға, сонымен қатар мұнайдың құрамына байланысты. Алдымен қайнау температурасы 370 °С –тан төменгі нүктеде фракциялар буланады. Мұнай майлары мен өңделмеген мұнайдың булануының салдарынан оңтүстіктегі мұнай шығыны 40-70 % құрайды. Солтүстік климаттық белдеуде мұнай аз буланады, топырақта ол он жыл бойы сақталып, оның циркуляциялық суының себілу басымдылығына ие болады. Мұнайдың булануы нәтижесінде қалған бөлігінің жабысқақтығы күшейіп, миграция жылдамдығы тежеледі, негізінен төмен молекулалы көмірсутектер буланатындықтан ұзындығы C20 тізбекті көмірсутектердің, ароматты және циклді көмірсутектердің саны көбейеді. Мұнайдың топыраққа енуі аймақтың кеңеюіне және ластанудың тереңденуіне әкеледі. Топырақтың жеңіл механикалық құрамында мысалы: су топырақта және субалшықта мұнай және мұнай өнімдерінің жеңіл фракциялары топырақтың биологиялық белсенділігін басып, 1,5-2,0 м тереңдікке ене алады.

Ластанудың тазарту деңгейіне қарай миграцияның негізгі формаларының арасындағы қарым – қатынас өзгереді, сонымен қатар еріген, эмульгирленген сорбцияланған мұнай өнімдерінің үлесі артады. Мұнай көмірсутектерінің қоршаған ортаға түскен соң, 1-4 аптадан кейін микрофлораның өсуіне қолайлы жағдайда ластаушылардың биодеградациясы басталады. Мұнайдың құрамына кіретін көмірсутектердің барлығы дерлік түрлі айналымдарға түсіп, микробиологиялық әсердің объектісі бола алады.

Микроорганизмдермен тотығудың төмендеу деңгейіне байланысты мұнай және мұнай өнімдерінің компоненттері мынадай кезекпен ыдырайды: алифатты >ароматты >шайыр>асфальтендер (толық тотықпайды).

Құрамында шайыр мен асфальтендер бар мұнайдың ауыр фракцияларының деградациясы ферменттерге тұрақтылығы мен оларды сұйық ортада диспергирлеу қабілеттілігінің аздығы қиындықтар тудырады. Олардың құрамында конденсирленген ядролы полиароматты қосылыстар бар, олардың ішінде биодеградацияланатыны тек 3 және 4 ароматты сақинасы бар қосылыстар. Бұл қосылыстардың ыдырау уақыты 3-тен 2000 аптада вариацияланады. Топырақ ортасы үшін мұнайдың ауыр фракцияларының, лай мен шикі қалдықтардың минерализациялануының орта жылдамдығы тәулігіне 1 кг топырақта 0,02-0,6 г көмірсутек аралығында вариацияланады.

Биоремедиация - биологиялық объектілердің (өсімдіктер, микроорганизмдер, жәндіктер) метаболитті потенциалын қолдана отырып ластанған экожүйелердің тазалау әдістерінің кешені. Биоремедиация арқылы ластанған ортада жиналатын улы қалдық заттарын, қауіпсіз немесе қауіпсіздігі төмендетілген заттарға айналдыру мақсатында биологиялық объектілерді пайдалануы. Биоремедиацияның бір түрі – минералды тұздардан, кант, ферменттерден тұратын биогенді қоспамен қатар, микроорганизм - деструкторлардан құралған препараттарды қолдану.

Биодеградациялаушы негізгі биологиялық агенттер – қарқынды метаболизмі мен әртүрлі ферменттік жүйеге ие – микроорганизмдер. Олар кең спектрдегі тұрақты химиялық байланыстарды ыдыратып, сонымен қатар глобальдық заттар айналымына қажетті элементтерді береді және жер бетінде қалдықтың қалмауын қамтамасыз етеді.

Биологиялық ремедиациялау жүйелері тотығудың биологиялық тәсілі, органикалық поллютанттардың құрылымының өзгеруі мен топырақ құрамын ауыр металлдардан арылту және тұрақтандыру сияқты тәсілдерден тұрады.

Микроорганизмдерді (бактериялар, саңырауқұлақтар) қолдана отырып биоремедиациялау технологиялары ластағыштарды (мұнай көмірсутектері және полиароматты қосылыстар) қоректік орта ретінде пайдалана отырып, белсенді тіршілік атқарады (биогенді сіңімді зат, сутек, рН, температурасы, түрлі уытты заттардың болмауы және процесті баяулатқыштар).

Өсімдіктерді пайдалана отырып, биоремедиациялау технологиясы (фиторемедиация) топырақ құрамынан кадмий, мыс, қорғасын, никель, мырыш сынды ауыр металлдарды бойына сіңіру арқылы ауыр металлдардан арылту әдісіне және органикалық қосылыстарды тотықтыруға негізделген. Артықшылығы: тазарту тиімділігі, экологиялығы (екінші рет ластанудың болмауы), бақылау мүмкіндігі, қол жетімділігі. Кемшілігі: процесстің ұзақтығы, ластаушының жоғары концентрациясына төзімсіздігі.

Мұнаймен ластанған топырақтарды тазалау процесі экологиялық таза, экономикалық жағынан тиімді, ауыл шарушылық жерлердің құнарлығын арттыру үшін, қалпына келтіретін және көмірсутектердің интенсификациясына бағытталған әдістерді талап етеді. Мұнаймен ластанған аумақтарды тазалауда биоремедиация әдісі қолданылады. Биоремедиация – мұнай тотықтырушы биологиялық объектілер қатысуында мұнаймен ластанған экожүйелерді тазалау болып табылады.

Биоремедиация – минералды тұздардан, қант, ферменттерден тұратын биогенді қоспасымен қатар, көмірсутек тотықтырушы микроорганизмдерден құралған препараттарды қолдану арқылы мұнаймен ластанған топырақ және суларды тазалау болып табылады, сонымен қатар түрлі көмірсутек тотықтырушы микроорганизмдер штамдарын көміртектендірілген сорбенттер негізінде иммобилиздеген түрлері де кеңінен қолданылады.

Дүние жүзі бойынша мұнай және мұнай өнімдерін өндіруші өнеркәсіп зауыттар мұнай көмірсутектерін утилиздеу барысында, көмірсутек тотықтырушы микроорганизмдер ассоциациясынан жасалған биологиялық препараттарды кеңінен қолдануда.

Сондықтан осындай мәселелерді шешу барысында, мұнай тотықтырушы микроорганизмдерді зерттеудің маңызы өте зор, әрі қазіргі таңдағы ғаламдық мәселелердің бірі болып отыр.

Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған топырақтарды микроорганизмдер көмегімен 3 жолын пайдалану арқылы жылдамдатуға болады. Олар:

- 1) топырақ немесе су микрофлорасының метаболиттік активтілігіне сәйкес, ортаның физико-химиялық жағдайларын өзгерту арқылы;
- 2) ластанған топырақ немесе суға арнайы таңдалынып алынған мұнай тотықтырушы микроорганизмдерді енгізу арқылы;
- 3) аралас микроорганизмдердің активті штамдарын және олардың өсуі үшін қажет активаторларды қосу арқылы.

Аталған соңғы 2 әдіс, қазіргі таңда өте перспективті және тиімді болып отыр. Себебі активті мұнай тотықтырушы микроорганизмдер негізінде жасалған биопрепараттар көмегімен мұнаймен ластанған топырағы бар аумақтарды кең көлемде тазалауға мүмкіндік бар.

Қазіргі кезде мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған жерлерді түрлі биопрепараттар арқылы тазартуға болады. Ол биопрепараттар бос және иммобилизденген микроорганизмдер негізінде жасалынады.

Қоршаған ортада мұнай көмірсутектерін деструкциялау үшін микроорганизмдердің көптеген түрлері қолданылады, солардың қатарында: *Pseudomonas*, *Bacillus*, *Micrococcus*, *Arthrobacter*, *Flavobacterium*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Alcaligenes*, *Mycobacterium*, *Nocardia*, *Candida* ашытқы туыстары және т.б. туыстары бар.

Мұнай өнімдерінің көп компоненттен тұруы микроорганизмдер көмегімен биодеструкциялау қиындығын тудырады. Сондықтан әртүрлі деградацияға қабілеті бар микроорганизмдер ассоциациясын құру ластанған экожүйелер биоремедиациясында перспективті бағыт болып табылады. Бұл фактор көптеген ғалымдардың мұнаймен ластанған су және топырақтарды тазалауда кеңінен қолданылатын биопрепараттарды жасау барысында дәлелденген. Қолайсыз климаттық жағдай кезінде ластанған ортада мұнай деструкциялаушы микроорганизмдер интродукциясы өте қажет болып табылады.

Мәселен, “Деворойл” биопрепаратында *Pseudomonas-Rhodococcus* ассоциациясы қолданылады. Бұл биопрепаратты қазіргі кезде кең көлемде қолдануда.

Соңғы 10 жыл ішінде бірнеше препараттар – “Путидойл”, “Олеворин”, “Нафтокс”, “Микромицет”, “Родобел” секілді препараттар өндіріске енді. Бұл препараттар құрамына жиырмадан аса түрлі мұнай тотықтырушы микроорганизмдер, бактериялар, саңырауқұлақтар, ашытқылардан тұратын монокультуралар немесе ассоциациялар кіреді. Шет елдерде мұнай компаниялары мұнаймен ластанған топырақтарды өңдеу үшін биопрепараттарды қолданады. Мәселен Еуропа және АҚШ елдерінде мұнай өндіру зауыттарының ағынды суларын тазалау үшін табиғи штамдардың бейімдеушілік жолы арқылы алынған “Phenobac” атты бактериалдық биопрепараттарды қолданған. Олар ортаның түрлі жағдайына өз қасиеттерін сақтай алатын көмірсутек тотықтырушы бактериялардың аралас культураның тұлғасын құрады.

Қазіргі таңда, мұнаймен ластанған топырақтарды тазалау барысында *Pseudomonas* туысының бактерияларының қатысымен бірнеше препараттар жасалынып, әлем бойынша қолданыс табууда. Мысалы, “Эконадин” биопрепараты қоңыр түсті ұнтақ, дисперсті, гидрофобты болып табылады. Бұл препарат органикалық субстрат – торфта иммобилизденген *Pseudomonas fluorescens*-тің екі штамм ассоциациясынан құралған. Сорбциялық тығыздығы мұнай өнімінің түріне байланысты 1:10 – 1:50 аралығында. “Эконадин” препараты Ресей Федерациясының және Украинаның патенттерімен қорғалған, ТМД елдерінде мұнаймен ластанған аумақтарды тазалауға арналған алдыңғы қатарлы бактериалдық препарат болып табылады. Препарат негізі ретінде *Pseudomonas fluorescens*-тің таңдап алыну себебі маңызды. Ең алдымен олардың түрлі қасиеттері зерттелді, әсіресе мұнай көмірсутектерін жақсы тотықтыру қабілеті. Штамдардың адам өміріне, өсімдіктерге, гидробионаттарға қатысты патогенді еместілігі бойынша таңдалынып алынды.

Табиғатта барлық мұнай тотықтырушы микроорганизмдер арасында кең таралғандары *Pseudomonas* туысының бактериялары болып табылады. Олар әлемдік мұхиттың, су қоймалардың, топырақтың микрофлорасының бірі.

Бұл туыстың 50-ден астам түрлері қоршаған ортадағы мұнайды ыдырату процесіне белсенді қатысады. Олар: *Pseudomonas aeruginosa*, *P.putida*, *P.fluorescens* және т.б. *P. Fluorescens* штамын топырақтан, су қоймаларынан бөлініп алынған. Ең қызықтысы, осы түрдің 66 штамының “Трускавецкая” минералды суынан бөлініп алынуы. Псевдомонадалардың аэробты және оттегінің аз жағдайында да жоғары көмірсутек тотықтырушы қабілетінің болуы мұнаймен ластанған топырақ және суларды тазалауда қолдануға көп мүмкіндік береді.

“Эконадин” препаратының артықшылығы, оның қарапайымдылығы және де тек мұнай өнімдерін ғана емес, түрлі биорезистентті поллютанттардан тазалау қабілетінің болуы. Сонымен қатар, бірқатар өзіндік ерекшелігіне буферлік қасиеті, ортаның рН 7,0-7,2 аралығында ұстап тұру қабілеті

жатады. Препаратты қолдану барысында оның фитопатогенді микроорганизмдерге антогонистік белсенділік көрсететіндігі дәлелденген.

Штамдарды бөліп алу объектісі табиғи орта немесе мұнай өнімдерінің өзі болып табылады.

Кей әдебиеттер қатарына сүйенер болсақ, мұнай көмірсутектерінің активті деструкторларына псевдомонадалар және родококктар жатады. Олар мұнаймен ластанған экожүйелер микробиоценозының негізгі компонентінің басым бөлігін құрайды. Сондықтан мұнаймен ластанған объектілердің биоремедиация және биомониторинг жүйесі үшін *Pseudomonas* және *Rhodococcus* туыстарының белгілі штамдарын қолдану қажеттігі туындайды. Мәселен, Грищенко В.Г. әріптестерімен мазутпен ластанған топырақтан оның биодеструкциясына қабілетті бактерия штамдарын бөліп алды. Штамдардың көбі *Pseudomonas* туысына жатқызылды. Идентификация нәтижесінде кей культуралар *Rhodococcus* және *Xantomonas* туыстастарының өкілдері екені анықталды.

Ғалымдар мұнай концентрациясы жоғары ортадан бағытталған селекция жолымен 10-14 тәулік ішінде 3000 мг/л концентрацияда мұнай және бензинді 50 %-ға дейін жоғары ыдырату қабілеті бар *Pseudomonas-Rhodococcus* туыстарының микробтық культураларын бөліп алды. Сонымен қатар, *Pseudomonas* және *Bacillus* штамдарында мұнай деградациясын 2,1-4,3 есе күшейту үшін газ тасымалдаушы функциясы бар препараттарды қолдануды ұсынды.

Жоғарыда айтылған мәліметтерге сай, ғалымдардың ойынша жасанды мұнай-деструкторлар ассоциациясын құруда әрбір штамның экологиялық, сонымен бірге трофикалық ерекшелігін ескерген жөн, оның себебі, ассоциация қасиеттері жеке штамдардың қарапайым қосылысы еместігінде.

Мұнай және мұнай өнімдерінің белсенді деструкторларының бірі *Pseudomonas* туыстасы Тюмень облысының мұнаймен ластанған топырағынан бөлініп алынған. Селекция 2%-тік шикі мұнайы бар сұйық минералды ортада жүргізілді. 10 тәуліктен соң, мұнай құрамы 35-40%-ға төмендеді, тіпті ыдырау қабілеті төмен мұнайдың мазут және асфальтен секілді компоненттері де деструкцияға ұшырады. Белоусова Н.В. және бірнеше ғалымдар жұмыстарында төмен температурадағы мұнай көмірсутектерінің деструкциясы процесінде *Pseudomonas-Rhodococcus* туыстастары бактерияларының қызметі көрсетілген. 30 культураның ішінде 4-6°C температурада мұнай көмірсутектерін тотықтырушы 4 штамм бөлінді. Дәл осы температурада мазут, бензол және этанол-бензолды смола, түрлі мұнай өнімдерінің деструкциясы қарастырылды. Зерттелген штамдарды биопрепарат жасауда және климаты суық аудандардың мұнаймен ластанған топырағының биоремедиациясы үшін қолдануға болады. *Arthrobacter*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Citophoga* туыстарының психрофильді бактериялары Коми республикасының топырағынан бөлініп алынған. Ең белсенді штамдарда алифатты көмірсутегілер деструкциясы 10-14 тәулікте 80%-ға дейін, ароматты көмірсутегілер – 15% жетті. Смоланы

деградациялауда *Pseudomonas* туысының бактерияларының үлесі зор болады (31%).

Pseudomonas туысының бактериялары биосинтетикалық және катоболиттік реакцияларының түрлілігінің арқасында түрлі субстраттарда өсу жылдамдылығының жоғарылығына қарай, генетикалық ерекшелігіне байланысты қарапайым және күрделі көмірсутегілер қатарын деградациялау қабілеті жоғары екені белгілі. Мысалы, бірқатар ғалымдар топтары фенолды, полициклді ароматты көмірсутегілерді, дизельді отынды, мазут және мұнайды ыдырататын *P.stutrerii MEV-SI* штаммын бөліп алды. Бұл штамм ауыр металл ионына төзімді, биологиялық беткі белсенді заттарды (биосурфактанттарды) бөліп шығарады. Бөлінген штамды мұнай және мұнай өнімдерінің көмірсутегілерімен, сонымен қатар, металлдармен ластанған суларды, топырақтарды тазалау үшін препарат жасауда қолданылады. Сонымен бірге, *P.alcaligenes MEV* штамы мұнай, мазут, дизельді отын, антрацен, фенантрен, нафтамин секілді 2–ден 4 бензол сақинасынан полициклді ароматты көмірсутегілерді белсенді ыдыратады және де ауыр металл иондарына төзімді, биосурфактанттарды бөліп шығарады. Аталған белсенді биодеструкторларды мұнаймен ластанған топырақ және су қоймаларын тазалау үшін қолдану ұсынылған.

Ресей зерттеушілері мұнаймен ластанған топырақтың биоремедиациясы үшін топыраққа биопрепараттар мен микроэлементтерді енгізіп, одан кейін астық және бұршақ тұқымдас культураларды егуге негізделген әдістерді ұсынды. Өсімдіктерге арналған биопрепарат ретінде *Actinomyces sp* 1-96А, *Azotobacter choroococcum* В-3721, *Bacillus mucilaginosus* В-5987 және ВКПМ 5372 сүтқышқылды бактериялардың 5 штаммының қауымдастығы негізіндегі препарат қолданылды. Қолданғаннан кейін 3 айда топырақтағы лаस्ताушының мөлшері 31,6 % төмендеді.

Микрозим™ «ПетроТрит» ООО «ТСЭ-трейдинг» биопрепараты көмірсутек тотықтырушы микроорганизмдердің (бациллалар, нокардиялар, родококкалар, артробактериялар, т.б) 12 түрінің консорциумынан, көмірсутектерді ыдыратушы ферменттерден, минералды тұздардың (азот, фосфор, калий) комплексінен және Био-Павтан тұрады.

Р.И. Розвага мен әріптестері (РК) мұнай қалдықтарын биохимиялық залалсыздандыру мақсатында *Rhodococcus* және *Pseudomonas* бактерияларының бірнеше түрлерінен тұратын консорциумын қолданды.

Пунтус И.Ф. әріптестерімен бірге *P.putida, Pseudomonas sp.* штамдарын бөліп алды. Бактерия культуралары коксохимиялық және мұнай өндіруші өндірістегі компоненттер – нафталин, фенантрен, м-крезолды жылдам деградацияға ұшыратады. Сонымен қатар, бөлінген культуралар қоршаған ортаны ПАК ластануынан қолдануға болатыны дәлелденген. Мұнай және мұнай өнімдерімен ластанған аумақтарды тазалау үшін *P.putida*9, *Mycobacterium flavescens EX91* және *Acinetobacter sp* НБ-1 штамдар негізінде жасалған “Экойл” биопрепаратын қолдану ұсынылады. Бұл препаратты мұнаймен ластанған су қоймаларын тазалауда ПО “Нижеволжскнефть”

қолданды, қолдану мерзімінен бастап 2 айдан соң, су қоймасының ластану деңгейі 0,06% болды.

P.putida негізінде жасалған “Экогеос-1” биопрепараты мұнай көмірсутегілеріне бейімделген. Препарат құрамында *P.putida* микроорганизмі және биогенді қоспалары (азот және фосфор) бар. Қолданылатын иммобилизатор – гидрофобизирленген торф. Ол тек бактерия клеткасының тасымалдаушысы ғана емес мұнай өнімдерінің биодеструкция процесін жылдамдату үшін, мұнай пленкасын бұзу арқылы ауаның көптеп берілуін қамтамасыз етеді. Биоремедиация барысында “Псевдомин” биопрепараты қолданылады. Бұл препарат мұнай деструкциялаушы активті штамм *P.putida* 91-96 негізінде жасалған және де 25 айдың ішінде мазут, мұнай және дизель отынының толықтай ыдырауы жүзеге асты. Биопрепараттар мен минералды тыңайтқыштарды бірге қолданған кезде, тазалау нәтижесі 98,1% болды. Тазалау барысында алдыңғы қатарлы орындарды алатын препараттардың бірі – “Биодеструктор” болып табылады. 2-3 тәулік ішінде мұнайды деструкциялау деңгейі - 99%, парафин – 96%, мазут – 98,2%, дизель отыны – 99% болды. Бұл препараттың токсикалық қасиеті жоқ, экстремалды климат жағдайларында да биотазалауға қабілетті.

Қазақстандық микробиологтар мұнай мен мұнай өнімдерінен тазалау үшін «Перойл» препаратын ұсынды. Препарат *Micrococcus luteus* Б1Аg8G және *Rhodococcus trythropolis* ДП 304 Б-7 культураларынан тұрады. Биопрепараттың мұнайдан тазалау эффективтілігі 96,5% құрды.

Ластанған сулардан көмірсутектерді тазалаудың бір жолы – мұнай және мұнай өнімдерін көміртегі мен энергия көзі ретінде пайдаланатын микроорганизмдерді қолдану. Суды мұнай мен мұнай өнімдерінен тазалауда иммобилизденген микроорганизмдерді қолдану арқылы тазалау эффективтілігін артуға болады. Берілген жұмыста *A. calcoaceticus* К-4, *N. vaseinii* К-8, *R.erythropolis* ЭК-1 штамдары қолданылды. Ұсақталған керамзит (бөлшектердің мөлшері 2-3 мм) колонкаларға салынып, құбыр суымен шайылды және 1 сағат бойы 121°C стерилизацияланды. Кейінгі жұмыстарда керамзитке иммобилизденген мұнай тотықтырғыш бактериялар залалсыз емес жағдайларда, 18-20°C температурада, арнайы зертханалық нұсқалық қондырғыда өсірілді. Клеткаларды иммобилиздеу алдында керамзитті қабаттың үстіне мұнай құйылды. Ол үшін жеңіл мұнай қолданылды, тығыздығы – 0,85 г/см³. Колонка арқылы 100-500 мг/л мөлшерде мұнайы бар суды өткізіп отырды. Әрбір 4 сағат сайын судың сынақтары алынды. Мұнайдың мөлшері өлшеу әдісімен анықталынды. 24-36 сағатта колонкалардағы мұнайдың мөлшері 30-50 мг/л дейін арта бастады. Уақыт өткен сайын мұнайдың мөлшері жоғарылай береді. Бұл ағын сулардағы мұнай концентрациясының төмендеуін көрсетеді.

Мұнай мен мұнай өнімдерін жинауда әр түрлі пішіндегі сорбенттер қолданылады. Мысалы, түйіршікті түрдегі материалдар су бетіндегі мұнайды тазалау үшін пайдаланады. Ал, толығымен ластанған суларды мата түрінде жасалған сорбенттер көмегімен тазалайды.

Мұнай ластаушыларды жою мақсатында органикалық (көміртекті және көміртекті емес), целлюлозалы (лигнин, ағаш ұнтағы), шым тезек, өсімдік пен жануар текті заттар және биосорбенттер пайдаланылады. Сорбенттер ретінде активті көмірлер кең қолданыс тапты. Олар ретсіз орналасқан графиттің микрокристалдарынан тұрады. Бұл кристалдар көміртекті шикізатты қыздырғанда, көміртегі атомдарының орналасуының нәтижесінде пайда болады. Активті көмірлердің негізі көміртегі – 96%-ға дейін жетеді.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Биоремедиация ұғымына жалпы сипаттама беріңіз .
2. Мұнай қалдықтарымен ластанған аймақты биоремедиациялау үшін қолданылатын иммобилизденген биопрепараттарды қарастырыңыз.
3. Биоремедиацияда микроорганизмдерді қолдану.
4. Мұнаймен ластанған аймақтарының тазалау әдістеріне сипаттама беріңіз.
5. Ксенобиотиктердің микробиологиялық трансформация процестеріне сипаттама беріңіз.
6. Мұнай өнімдерімен ластанған топырақ микрофлорасына сипаттама беріңіз.
7. Экологиялық тұрғыдан ластануды түсіндіріңіз
8. Эвтрофтану және “гүлдену процесін” түсіндіріңіз.
9. Биодеградациялаушы негізгі биологиялық агенттерді атаңыз.
10. Микроағзаларды (бактериялар, саңырауқұлақтар) қолдана отырып биоремедиациялау технологияларын қарастырыңыз.
11. Мұнай және мұнай өнімдерінің белсенді деструкторларын және “Деворойл” "Phenobac" “Эконадин” препараттарын қолданылуын сипаттаңыз.
12. Мұнаймен ластанған объектілердің биоремедиация және биомониторинг жүйесі үшін қолданылатын штамдарға сипаттама беріңіз.

7. ИММОБИЛИЗДЕНГЕН МИКРОБ КЛЕТКАЛАРЫН ЛАСТАНҒАН АҒЫНДЫ СУЛАРДЫ ТАЗАРТУЫНДА ҚОЛДАНУ

Иммобилизденген микроорганизм жүйелерін ластанған суды тазалауда қолданудың маңызды артықшылығы – клеткалардың гидравликалық қысымға және ластаушы заттардың жоғары концентрациясына төзімділігімен сипатталады. Сонымен қатар, иммобилизация қосылыстардың тотығуын жоғарылатады және ластанған суларды өңдеу уақытын қысқартады.

Ағын суларды тазалауда бірнеше әдістер бар, олар: механикалық, физикалық және биологиялық әдістер. Соның ішінде ең тиімді биологиялық әдіс болып есептеледі.

Қалдық суларды тазалау құрылымдарында органикалық қосылыстарды толығымен биологиялық ыдырату микроорганизмдер, балдырлар және саңырауқұлақтардың көмегімен жүзеге асырылады. Бұл микробиоценоз өкілдері бір-бірімен күрделі қарым-қатынастар (метабиоз, симбиоз, антагонизм, т.с.с.) арқылы біртұтас кешен түзеді. Мұнда бастапқы орынды бактериялар алады, яғни бактериялардың саны құрғақ биологиялық массаның 1 г мөлшерінде 10^{10} - 10^{12} клеткаға жетеді. Бактерия түрлерінің саны бірнеше жүздеген болуы мүмкін.

Бактериялардың әртүрлілігі сол тазаланушы судағы органикалық заттардың алуан түрлілігіне байланысты. Егер ағын судың құрамында құрылысы өте ұқсас органикалық оттегі көзі, яғни органикалық қосылыстардың тек бірнеше гомологтары кездессе, бактериялардың түрлері қалыптасады.

Егер тазалау жұмыстарын аэробты жағдайда жүргізсе (суда еріген оттегі болмаған жағдайда) немесе органикалық заттардың мөлшеріне байланысты қоректену мүмкіндігі төмен болған жағдайда, микроорганизмдер қауымдастарынан тек бактериялар кездеседі.

Тазалау құрылымдарында доминантты гетеротрофты бактериялармен қоса автотрофты топтары да кездеседі. Зерттеулерге сүйенсек, автотрофтылар көмегімен ағынды суларды тазарту процестері қарқынды жүретіні белгілі. Тазалау жүйелерінде *Desulfovibrio*, *Parococcus*, *Microtrix*, *Nocardia*, цианобактериялар және микробалдырлар кездесетіні анықталған.

Ластанған ағын сулардың микрофлорасы. Ағынды сулар микроорганизмдердің тіршілік ету үшін қолайлы орта болып табылады. Қоршаған орта объектілерінің әрбір субстратында, сонымен қатар су және су қоймаларының, ағын сулардың өзіндік бір биологиялық және микробиологиялық қауымы болады. Мұндай қауымдастықтың құрамы көптеген факторлардың салдарынан тұрақты болмайды. Ағын сулардың жалпы микрофлорасының құрамында бактериялардың, саңырауқұлақтардың, ашытқылардың, балдырлардың және қарапайымдылардың барлық токсономиялық топтары кездеседі.

Су және суқоймаларында, сулы орталарда микроорганизмдер бірігіп микропланктон құрып, бір – бірімен метабиоз, симбиоз, антагонизм және коменсализм сияқты күрделі қарым – қатынастар құрып, тіршілік етеді. Ағын сулардың негізгі микрофлорасын автотрофты және гетеротрофты микроорганизмдер, аэробты, анаэробты бактериялар құрайды.

Әртүрлі ағын суларды биологиялық тазалау құрылымдарында биологиялық тазалауға қатысатын алуан түрлі организм топтарын атауға болады. Сыртқы орта жағдайына тәуелді болғандықтан, тазалау құрылымдарындағы биологиялық консорциумға кіретін жеке түрлер тізімін толық дөп басып айту қиын. Тазалаушы құрылымдарға микроорганизмдер қандай да бір сыртқы орта факторларынан (ағын сулар, ауа, шаң – тозаң,

топырақ, сонымен қатар, шыбын – шіркей, егеуқұйрық, шағала, т.с.с.) келіп түсуі мүмкін. Келіп түскен микроорганизмдердің көпшілігі тазалау құрылымдарында қандай жағдай болмасын, көбейіп дамуға қабілетті. Ішіндегі маңызды гигиеналық аспект – патогенді микроорганизмдердің болуы. Патогенді микроорганизмдерді жақын маңайда тіршілік ететін жануарлар мен жәндіктер алып келеді. Патогенді микроорганизмдер тазалау құрылымдарында жүргізілетін биологиялық үрдістердің кез – келген сатысында кездесуі мүмкін, тек жоғары деңгейде дезинфекциялық өңдеу арқылы олардан құтылуға болады.

Суды биологиялық тазалау құрылымдарында кездесетін микроорганизмдер келесі топтарға бөлінеді :

- бактериялар;
- саңырауқұлақтар;
- балдырлар;
- қарапайымдылар;
- көпжасушалылар.

Бактериялар тазалау құрылымдарында белсенді лайы бар реакторларда салыстырмалы түрде басым келеді. Бактериялардың негізгі рөлі-органикалық заттардың біріншілік трансформациясын жүргізу. Белсенді лайдың 1 литр көлемінде бактериялар саны 10^{10} - 10^{12} дәрежесін құрайды, негізінде олар түрлі органикалық заттарды бір-біріне тәуелсіз тотықсыздандыратын бактериялар. Суды аэробты тазалау жүйесінде аэробты микробтар биотүрлі болып келеді. Соңғы жылдары жаңа молекулярлы – биология әдістерінің көмегімен белсенді лайда *Parococcus*, *Caulobacter*, *Nyphomicrobium*, *Nitrobacter*, *Acinetobacter*, *Sphaerotilus*, *Aeromonas*, *Pseudomonas*, *Cytophaga*, *Flavobacterium*, *Flexibacter*, *Artrobacter*, *Corynebacterium*, *Microtrix*, *Nocordia*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Actobacillus*, *Staphylococcus* туыстарының өкілдері кездесетіндігі анықталды.

Сан жағынан екінші орында – саңырауқұлақтар. Бұлар қорек көзі бойынша бактериялармен таласуда, бірақ қорек көзі көбінесе бактерияларға тиімді болғандықтан, саңырауқұлақтар белсенді лай құрамында айтарлықтай көп емес. Реактордың рН көрсеткіші төмендесе, саңырауқұлақтардың дамуына қолайлы жағдай туады. Реакторға қарағанда биофилтрлерде саңырауқұлақтар саны көп болады.

Сонымен қатар, тазалау құрылымдарында микроорганизмдерден басқа, балдырлар, қарапайымдылар және көпжасушалылар болады. Балдырлар-биофилтрлердің бетінде табылады, өйткені мұнда балдырлар үшін тиімді саналатын жарық пен қорек көзі жеткілікті. Сонымен қатар, балдырлар биологиялық тоғандарда болады. Биотоғандар – ағын суларды тазалаудың соңғы сатысында қолданылатын құрылымдар. Әдетте биофилтрлерде тіршілік етеді. Қарапайымдылар - бактериялар үшін паразит болып табылады, балдырлар мен саңырауқұлақтарды да қорек етеді, сонымен қатар, олар судағы қалқып жүрген органикалық заттармен қоректеніп, ағын суларды екіншілік тұндыруда маңызды қызмет атқарады. Бұлардың тіршілік

ету ареалы дәл қарапайымдыларға ұқсас. Көпжасушалылардан: шаянтәрізділерді, жәндіктерді табамыз.

Төменгі кестеде тазалау құрылымдарында көп кездесетін организмдер келтірілген. (бактериялардан басқа)

Кесте 1

№	Организмдер	Тіршілік ету ортасы
1	Қызыл құрттар	Белсенді лай құрамында, биофилтрлерде, өте қатты ластанған ағын суларда тіршілік ететін қызыл түсті, жылдам қозғалатын дернәсілдер. Ұзындығы 1-2 см.
2	<i>Chironomidae</i>	Масалардың дернәсілдері.
3	Дафниялар	Шаянтәрізділер, белсенді лай құрамында және биологиялық тоғандарда тіршілік етеді.
4	Филтрлік шіркейлер	Ұзындығы 2-5 см болатын қосқанатты жәндіктер. Олар биофилтрлі реакторларда кездеседі, биологиялық тазалауда айтарлықтай рөл атқарады, бірақ сырттай қарағанда жағымсыз көрінеді.
5	<i>Psyehodidae</i>	Филтрлік шіркейлер.
6	<i>Rotifera</i>	Белсенді лай құрамында болатын каловраткалар, бұлар биологиялық тазалаудың негізгі индикаторлары (ластанудың биологиялық көрсеткіші) болып табылады.
7	<i>Tubifex</i>	3-4 см ұзындықтағы қызыл құрттар, бұлар биофилтрлер мен өте қатты ластанған ағын суларда болады.
8	<i>Vorticella</i>	Қоңырау тәрізді жабысқақ инфузориялар. Жаксы тазартылудың индикаторы. Бұл инфузория түрлері судағы еркін жүзіп жүрген бактериялармен қоректеніп, осылайша судың тазаруына септігін тигізеді. Егер неғұрлым бекіген инфузориялар суда көп болса, соғұрлым судың тазалығын көрсетеді.

Зерттеу жұмыстарының нәтижесінде, тазалау құрылымдарының суымен тікелей байланыс жасау (ауыз су ретінде пайдалану, су буымен дем алу, т.с.с.) адам ағзасына өте қауіпті екендігі анықталған, өйткені судағы бактериялар, вирустар және патогенді микроорганизмдер адамның терісі арқылы еніп ағзасына зиян тигізеді.

Белсенді лаймен қалдық ағын суларды тазарту 1914 жылдан бастап іске асады, негізгі мақсаты - органикалық заттарды (көмірсуларды, ақуыздарды, мочевианы, май тәріздес заттарды, т.б.) жою. Белсенді лай құрамында органикалық ластануларды деградациялайтын микроорганизмдер тіршілік етеді, олардың жоғары адсорбциялық қабілетті беткейі бар, шөккенде жеңіл тұнбаланатын флокула түзеді.

Белсенді лай микроорганизмдері көбінесе бактериялар, саңырауқұлақтар, қарапайымдылар, бұлар иммобилизацияланған және бос күйінде кездеседі. Иммобилизденген түрлері – *Zoogloea ramigera* бактериялары; белсенді лайдың бос күйіндегі микроорганизм клеткаларын *Verticella* және *Opercularia* инфузориялары жұтады.

Белсенді лай құрамында келесі бактериялар кездеседі:

- *Zooglaearamigera*;
- *Rhodococcus*;
- *Achromobacter*;
- *Bacillus*;
- *Acinetobacter*;
- *Clostridium*;
- *Alcaligenes*;
- *Corynebacterium*;
- ;
- *Arthrobacter*;
- *Flavobacterium*;
- *Methanosarcina*;
- *Gordonia(Nocardia)*;
- *Methanotrix*;
- *Micrococcus*;
- *Acetobacterium*;
- *Microtrix*;
- *Eubacterium*;
- *Nitrobacter*;
- *Bacteroides*;
- *Nitrosomonas*;
- *Bifidobacterium*;
- *Pseudomonas*;
- *Peptococcus*;
- *Shpaerotilusnatans*;
- *Streptococcus*;
- *Leucothrix*;
- *Synthrobacter wolinii*;
- *Thiothrix*;
- *Synthrophomonas wolfii*;
- *Methanococcus*;
- *Methanobacterium*;

- *Methanotrix*;
- *Methanospirillum*; т.б.
- *Acromonas*;

Саңырауқұлақтар арасында:

- *Aspergillus*;
- *Candida*;
- *Mucor*;
- *Geotrichu*
- *Torula*;
- *Thermophila*; т.б. кездеседі.

Тазалау құрылымдарында көп кездесетін микроорганизм түрлері:

Achromobacter — бұл бактериялар белсенді лай құрамында да, биофилтёрлерде де жиі кездеседі. Галогенделген гербицид 2,4-дихлорфеноксисіркеқышқылын (2,4-D) ыдыратады.

Acinetobacter — фосфордан биологиялық тазалауда маңызды рөл атқарушы бактерия туысы, белсенді лай құрамында кездеседі. Судағы көп теген микроорганизмдер 0-20 °С температура аралығында антропогенді ластануларды утилизация жасау үшін өздерінің ферментативті жүйелерін жылдам бейімдеуге қабілетті болып келеді. Биодеструктор ретіндегі микроорганизмдер: *Pseudomonas*, *Alcaligenes*, *Acinetobacter*, *Flavobacterium*, метанды тотықтырушылар және нитрификациялаушылар – бұлар грамм теріс бактериялар.

Alcaligenes — биофилтёрлерде, метантенктерде, белсенді лай құрамында жиі кездесетін бактериялар деградация плазмидалары болып табылады.

Desulfovibrio — сульфаты қалпына келтіруші (түзуші) бактериялар, көп жағдайда метантенктерде кездеседі, күкіртсутектің жағымсыз, токсикалық әсері бар иіс бөліп шығарады. Бұлар беттік белсенді заттарды (ББЗ) төмендетеді, мұнайдың жабысқақтығын азайтады, сонымен қатар, мұндай қабілетке тазалау құрылымдарында тіршілік ететін *Micrococcus*, *Pseudomonas* туыстары жатады.

Сульфатредукциялаушы бактериялардың (анаэробты тыныс алуға сульфатты сульфитке тотықсыздандырытын бактериялар немесе десульфаттаушылар) 15 туысы белгілі, олардың ішінде нағыз бактерияларға (эубактерияларға) және архебактерияларға жататындары болады. *Desulfovibrio* – иілген таяқшалы бактериялар, архебактерия болып есептеледі.

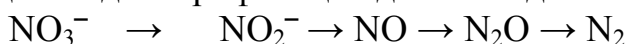
Сульфат тотықсыздандырушы *Desulfovibrio* бактериялары судың оттегі жоқ терең қабаттарында тіршілік етеді. Олар сульфаттарды тотықсыздандыра отырып, анаэробты тыныс алу арқылы энергия алады. Пайда болған күкіртсутек су бетіне көтеріліп, содан соң оны фотосинтездеуші бактериялар қолданады (комменсализм – ассоциациялық қатынастың бір түрі). *Flavobacterium* – белсенді лайлы реакторлармен қатар, биофилтёрлерде, метантенктерде жиі кездесетін бактериялар. Нейстонды (нейстон – су пленкасының бетінде (0-2 см) тіршілік ететін микроорганизмдер) бірлестіктерге жатады, онымен қатар, тазалау құрылымдарының нейстондары: *Pseudomonas*, *Achromobacter* туыстары. *Flavobacterium* спора түзбейді, грамм теріс бактериялар. *Geotrichum* биофилтёрлер мен белсенді лайлы реакторларда тіршілік ететін саңырауқұлақтар туысы.

Gordonia – бұрындары *Nocardia* деп аталатын бактериялар, белсенді лай бар реакторларда көбік түзілуіне қатысады. Жіпшелі бактериялар. *Micrococcus* – бұл бактериялар биофилтёрлерде және белсенді лай құрамында өте жиі кездеседі. ББЗ-ң мөлшерін төмендетеді, мұнайдың жабысқақтығын азайтады. *Micrococcus*, *Pseudomonas* түрлері инсектицидтік белсенділікке ие (зиянды

шыбын – шіркейлерді жою қабілеті). *Microtrix* – белсенді лайдың быртияуін түзеді.

Nitrobacter – нитритті нитратқа дейін тотықтырушы бактериялар; *Nitrosomonas* – аммонийды нитритке дейін тотықтырушы бактериялар. *Nitrobacter* лай құрамына кіреді. XIX ғасырдың ортасында табиғатта аммониді нитратқа дейін микроорганизмдер тотықтырады деген ұғым пайда болды. Нитрификациялаушы микроорганизмдерді алғаш рет таза түрінде 1890 ж. С.Виноградский синтетикалық ортада бөліп алды. Осы процесті аммониді тотықтыратын *Nitrobacter* екенін ашты. Бұлар грамм теріс кішігірім бактериялар. *Nitrosomonas* субполярлы талшықты, таяқша пішіндес бактериялар. Энергия ретінде реакциясы $\text{NH}_3 \rightarrow \text{NO}_2$; *Nitrobacter* – талшықсыз таяқша, алмұрт пішінді, грам теріс бактериялар. Энергия беретін реакция: $\text{NO}_2 \rightarrow \text{NO}_3$.

Нитрификацияның I сатысына *Nitrosomonas* қатысса, II сатысына *Nitrobacter* қатысады: $\text{NH}_3 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2^-$; $\text{NO}_2 + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_3^-$ *Pseudomonas* – бұл бактериялар биофилтрлерде, метантенктерде, белсенді лай реакторларында және денитрифицирлеуші реакторларда тіршілік етеді. Хемоорганотрофтылар, субстрат ретінде әртүрлі органикалық заттарды қолдана алады: ақуыз, май, көмірсулар, гумусты заттар. *Gracilicutes* бөліміне жататын аэробты, грамм теріс бактериялар, прокариоттар, биодеструкторлар. Олар көптеген автономды немесе хромасомаға интеграцияланған деградация плазмидалары көмегімен 100 – ден астам органикалық қосылыстарды ыдратады. Деградация плазмидалары: *Alcaligenes*, *Arthribacter*, сонымен қатар, *Pseudomonas* көмірсутегілерді, ароматтық қосылыстарды ыдырататын индуцибельді ферменттердің кең спектрін (оксидоредуктаза, гидралазалар, т.б.) синтездеуінде терминациялайды. *Pseudomonas* белсенді лайда басым, ББЗ – ды төмендетеді. Пішіні бойынша кішірек, ашытқыларға қарағанда тез өседі. *Pseudomonas*, *Flavobacterium* фосфоорганикалық қосылыстарды белсенді ыдыратады, шегіртке мен қоңыздар үшін биоинсектицид ретінде әсер етеді. *Pseudomonas*, *Flavobacterium* судың нейстон қабатында тіршілік етеді. *Pseudomonas* грамм теріс, хемогетеротрофтылар, денитрификациялаушы бактериялар туысы, сонымен бірге *Alcaligenes* – терде жатады. Нитрит оттегімен қанықпаған өндірістік ағын суларда жиналады, оларды бактериялар газ күйіндегі өнімге дейін (ыдыратады) тотықтырады, бұл процесс – денитрификация деп аталады.



Нитрат нитрит азоттың оксиді молекулалық азот.

Sphaerotilus natans – жіпшелі бактериялар, жабынды не қынаппен қапталған. Жіпшелері еркін жүзеді немесе субстратқа бекиді. Жабындылары гетерополисахаридтен тұрады, темір немесе марганец тотықтарымен сіңірілген, яғни солармен қапталған, түсі сарыдан қара – қоңырға дейін өзгереді. Жабындының ішінде клеткалар көлденең бөліну арқылы көбейеді. *Sphaerotilus natans* аэробтылар, хемоорганогетеротрофтылар. Көміртегі көзі

ретінде органикалық қышқылдар мен қанттарды пайдаланады. Суды тазалау құрылымдарымен (жүйелерімен) қатар, көлдерде, өзендерде, қағаз және сүт өнеркәсібінің қалдықтарымен ластанған тұщы суларда және өте қатты ластанған ағындарда тіршілік етеді және белсенді лайдың тұнбаға түсуіне қатысады. Эубактериялар (нағызбактериялар) тобына жатды. Талшықтары арқылы қозғалыды.

Zoogloea ramigera – бұл бактериялар реакторлардағы белсенді лай құрамында, биофилтрлерде тіршілік етеді, өздерінен желатин тәріздес сілекей бөліп шығарады, ал белсенді лайдың флокуляциясына әкеледі. Басқа бактерияларға қарағанда бұлар белсенді лай құрамында басым.

Аэротенктерде белсенді тұнбасында микроорганизмдердің басым тобы болып бактериялар саналады. Ерте жұмыстардың өзінде белсенді тұнбадағы доминаты болып капсулалық бактериялар *Zoogloea ramigera* сипатталады. Бұл грамм теріс спорасыз таяқша тәріздес монотрихтар, олар органикалық заттарды минералдандырып және сұйық қоректік ортада қауыз түзеді. Кілегейі бар *Zoogloea ramigera* бактериялары кілегейі биоқабыршақ түзеді, ал ол бекіген микроорганизм топтары көбейетін орын. *Zoogloea ramigera* тағамдық қажеттілігі бойынша гидролитикалық бактериялар тобына жатады, яғни ацидогенді субстраттың бастапқы гидролизін органикалық қышқылдарға және т.б. төмен молекулаларға дейін ыдыратуына қабілетті.

Белсенді лайдағы микроорганизмдер 3-топқа бөлінеді:

- көміртегі тотықтарын флокула түзетін бактериялар;
- көміртегін тотықтыратын жіпшелі бактериялар;
- нитрификаторлар.

Олар қоректенуі бойынша төмендегідей жіктеледі:

Гидролитикалық бактериялар - олар субстраттың бастапқы гидролизін органикалық қышқылдарға және т.б. төмен молекулалы заттарға дейін ыдыратады. Бұл бактерияларға: *Zoogloea*, *Acetobacterium*, *Eubacterium*, *Clostridium*, *Bacteroides*, *Fifidobacterium*, *Peptococcus*, *Streptococcus* жатады.

Гетероацетогенді бактериялар, сутегін және сірке қышқылын өндіреді (*Synthrobacter wolinii*, *Synthrophomonas wolfii*) бұлар май қышқылдарын жұмсап сутегі түзеді;

Метаногенді бактериялар немесе метан түзушілер: *Methanococcus*, *Methanobacterium*, *Methanotrix*, *Methanospirillum*. Хемолитотрофтылар, сірке қышқылын H_2 және CO_2 - ні CH_4 - ке айналдырады, метанның 70-75% сірке қышқылынан түзіледі.

Су қоймаларына құйылатын ағынды су микрофлорасын автохтонды микрофлора – тұрақты сол жерде тіршілік етушілер және аллохтонды – ластану нәтижесінде түскен микроорганизмдер. Ауылшаруашылық ағынды сулар өсімдіктер мен жануарлардың қалдықтарына бай келеді. Сонымен қатар оңай ыдырататын органикалық заттардың өте көп болуымен ерешелінеді. Бұл микробиоценозды анаэробты бактериялар, саңырауқұлақтар, актиномицеттер құрайды. Судың құрамында белок, еріген қанттар, пектин заттары, клечатка және басқа да органикалық қосылыстар

көп болады да анаэробты шіру процесі жүреді. Органикалық заттардан бөлінетін көмірқышқыл газына, метанға, көмірсутегіне бактериялар төзімділік көрсетіп, оларды ыдыратып, өзінің тіршілік барысына жұмсайды. Ағын суда тіршілік ететін бактериялардың көпшілігі деструкциялаушы қабілетке ие. Ағын судың негізгі микрофлорасына нитрифицирлеуші, аэробты облигатты бактериялар кіреді.

Ағын сулар құрамы және классификациясы. Ағынды суларға адам баласының іс - әрекеті нәтижесінде қасиеті бұзылған, өнеркәсіп орындарының маңайынан және тұрғылықты жерлерден су құбыры арқылы шығарылатын сулар мен атмосфералық тұнбалар жатады. Ағынды сулар тұрмыстық және өндірістік қалдықтармен ластанған болады. Ағын су құрамындағы органикалық заттар су қоймаларына және топыраққа түсіп, жиналып, су қоймалардың және атмосфераның санитарлық жағдайын төмендетумен қоса түрлі аурулардың пайда болуына әкеледі. Сондықтан қоршаған ортаның тазалығы мен жаңаруын жүзеге асыруда ағынды суларды тазарту өзекті мәселелердің бірі болып отыр.

Ағынды сулар тұрғылықты жерден және өнеркәсіп орындарынан шығуына байланысты келесі белгілер бойынша классификацияланады:

1. Шығу көзіне байланысты.
2. Ағын су құрамындағы ластағыш заттарға байланысты.
3. Ластанудың фазалы- дисперсті жағдайына байланысты.

Шығу көзіне байланысты:

- Тұрмыстық ағынды сулар тұрмыстық құбыр жүйесі немесе жалпы канализация арқылы шығарылатын ағынды сулар. Оларға шаруашылық - фекальды ағынды сулар, тұрғын үйлер мен тұрмыстық ғимараттардан, моншалардан шығарылатын сулар жатады. Тұрмыстық ағынды сулар көбнесе көшелердегі қалдық қоқыс жуғыш заттармен және экскременттермен ластанады. Олар суда суспензияланған қатты заттардың көп бөлігі целлюлозалық қосылыстар болып келеді, ластағыш органикалық компоненттерге май қышқылдар, көмірсулар және белоктар жатады.

- Өнеркәсіптік ағынды сулар пайдалы қазбаларды өндіруде қолданылатын технологиялық процесс нәтижесінде пайда болатын, өндірістік жүйе немесе жалпы су құбыры арқылы шығарылатын ағынды сулар.

- Атмосфералық ағынды сулар жаңбыр және қар, мұз еруінен пайда болатын ерігіш ағынды суларды айтамыз. Атмосфералық ағынды сулар жалпы су құбыр жүйесімен ағады. Өндірістік ағынды сулардың құрамы атмосфералық және тұрмыстық ағынды судың құрамына қарағанда тұрақты болмайды. Эпидемиялық жағынан қауіпті ағынды суларды келесі топтарға жіктейміз: ауылшауашылық – тұрмыстық ағынды сулар; қалалық аралас немесе өнеркәсіптік-тұрмыстық ағынды сулар; инфекциялық ауруханалардың ағынды сулары; жануарлар мен құстар баптайтын фермалардың ағынды сулары.

Ағын сулардың құрамындағы ластағыштар әр деңгейде болады. Сондықтан ағынды сулар құрамындағы ластағыштарға байланысты келесі топтарға жіктелінеді. Ағынды сулар құрамындағы ластағыш заттарға байланысты екі топқа бөлінеді: консервативті және консервативті емес. Консервативті ластағыштар химиялық реакцияларға ақырын түседі. Кейде биологиялық ыдырау жүрмейді де, мысалы ауыр металдардың тұздары, фенолдар, пестицидтер жатады. Ал консервативті емес ластағыштарға тәулік ішінде өзгерске ұшырайтын қосылыстар жатады.

Ластағыштардың құрамына байланысты:

1. Минералды қосылыстармен ластанған ағын сулар.
2. Органикалық қосылыстармен ластанған ағын сулар.
3. Органикалық және минералды қосылыстармен аралас ластанған ағынды сулар.

Ағынды сулар ластағыштардың түріне байланысты төмендегідей жіктелінеді:

- 1) минералды ластану;
 - 2) биологиялық ластану;
 - 3) органикалық ластану.
- Минералды ластану ағынды судың құрамында құм, шірінді бөлшектер, руда бөлшектері, ерігіш бейорганикалық тұздар болған жағдайда пайда болады.
 - Биологиялық ластану ағынды сулардың микроорганизмдердің әртүрлі топтарымен зақымдануы. Ағынды суларды бактериялар, саңырауқұлақтар, вирустар, гельминттердің жұмыртқалары және патогенді микроорганизмдер ластайды.
 - Органикалық ластану ағынды судың өсімдік және жануар қалдықтарының ластағыштарымен ластанған жағдайында туындайды. Өсімдік қалдықтары көміртегіне, ал жануар қалдықтары азот элементіне бай тірі тіндерді қалдықтарынан тұрады. Органикалық ластану микроорганизм өсіп дамуы үшін қолайлы орта болып табылады.

Өнеркәсіптік ағынды сулар ластағыштардың концентрациясы бойынша жоғары концентрациялы және төмен концентрациялы болып, ал рН – қа байланысты аз агрессивті және жоғары агрессивті болып топтастырылады. Тұрмыстық ағынды сулардың құрамы бір типті. Қазіргі таңда тұрмыстық ағынды сулардың ішінде құрамы тазалау түрлеріне шипажайлардың, демалыс аймақтарының, кейбір екі қабат үйлердің су құбырларында байқалады.

Тұрмыстық ағынды суларды ластайтын заттардың концентрациясының кең таралған көрсеткіштерінің бірі – оттегіне биохимиялық қажеттілік және химиялық қажеттілік болып саналады. Оттегіне химиялық қажеттілік құрамында жалпы азоттың, аммоний, нитритті, нитратты қосылыстары, фосфатты, хлоридті, сульфаттар, улы токсикалық элементтердің концентрациясы, синтетикалық беттік – активті заттар, еріген оттектің концентрациясы және биологиялық ластануы ескеріледі.

Ағынды сулардың құрамы шығу көзіне байланысты әртүрлі болып келеді. Органикалық қосылыстардан мұнай және мұнай өнімдері, органикалық қышқылдар кездесе, бейорганикалық заттардан топырақ бөлшектері, руда бөлшектері, бейорганикалық тұздар, шлактар, сонымен қатар ағынды судың құрамында ауыр металдардың тұздары, фенолдар, пестицидтер, беттік активті заттардың, азот пен фосфор қосылыстарының әртүрлі деңгейде кездесетінін көруге болады. Азот формалары жалпы азот, аммоний, нитритті, нитратты формалары кездеседі. Қалалық ағынды сулардың құрамында азот және аммоний кездеседі. Ағынды сулардың құрамы күрделі гетерогенді жүйені құрайды. Гетерогенді жүйе ластағыш заттардың еріген, ерімеген және коллоиды формаларынан тұрады. Су қоймалардың ластануының негізгі көздері – коммуналды тұрғын үйлердің, ірі мал шаруашылық орындарының, кен өндіруде, темір жол транспорттарының, пестицидтердің көп мөлшерде түсуі. Өндірістік сулардың құрамында негізгі ластаушының біріне химиялық қосылыс фенол және оның туындылары жатады. Тұрмыста, өндірісте қолданылатын синтетикалық жуғыш заттар су қоймаларды ластайды да, кейбір тірі организмдер тіршілігіне зиянын тигізеді. Пестицидтерге келетін болсақ, олар су қоймаларға ағын сулармен түсе отырып, планктондарда, бентостарда, балықтарда жиналып, қоректену тізбегі арқылы адам организміне түседі де, кері әсерін тигізеді. Тері және целлюлозды – қағаз өндірісінің, сүт, ет, консерві және кондитер өндірісінің ағынды сулары органикалық заттармен ластанған. Тұрмыстық ағын сулардағы органикалық қосылыстар белок, көмірсу, майлар физиологиялық өңдеуден өткен өнімдер түрінде кездеседі. Сонымен қатар тұрмыстық ағынды сулардың құрамында үлкен қосылыстар – қағаз, материал, өсімдік тектес қалдықтар және синтетикалық беттік активті заттар кездеседі. Бейорганикалық қосылыстар тұрмыстық ағын суларда ион күйінде К, Са, Сl, Na, Mg карбонаттары, сульфаттары кездеседі. Тұрмыстық ағын сулардың барлығыныда органогенді С, N, P, S, К элементтері әрдайым болады. Көптеген зерттеулер нәтижесінде синтетикалық беттік активті заттар (СБАЗ) ластағыш заттардың негізін құрап, әртүрлі үрдістердің жүзеге асуына кедергі жасайды. Ағын суларда беттік активті заттардың кездесуі ағын суларды өңдеуде кері әсерін тигізеді.

Ағын судағы БАЗ седиментация процесін төмендеті, биохимиялық процестерді тежеп, біріншілік су тұндыру процесінің эффективтілігін төмендетіп, көбіктің пайда болуын туғызады. Биологиялық тотығуға байланысты: «жұмсақ» СБАЗ биотазалау кезінде 75-85 % жойлатын және тотығатын, «аралық» СБАЗ 60 % және «қатты» СБАЗ 60 % аспайды. Ағын сулардың құрамын сипаттау үшін үлкен көлемде әр типті химиялық, санитарлы - бактериологиялық анализ жасауды қажет етеді.

Иммобилизденген микроорганизмдерді алудың бірнеше әдістері бар: химиялық (бифункциональды реагенттермен байланыстыру); механикалық (микроб клеткаларын әртүрлі гелдерге және мембраналарға енгізуге негізделген); физикалық (адсорбция және агрегация) әдістер. Өндірістік

қалдық суларды ластаушы заттардан тазартуда кең қолданатын әдіс - адсорбциялық әдіс, себебі, экономикалық тиімді, бөтен әдістермен салыстырғанда және жасау жағынан - қарапайымды. Сонымен қатар, бұл әдіс биокатализ және биодеградация процестерінің тиімділігін арттырады, себебі, микробты клеткаларды бірнеше рет қолдану мүмкіншілігі, иммобилизденген клеткалардың технологиялық жағдайларға (жоғары температура, заттардың токсиндік мөлшері) клеткаларымен салыстырғанда төзімділігі жоғары және бос. Негізінен, тасымалдаушы матрицасына полимерлі материалдарға енгізуге негізделген иммобилизация, адсорбциялық әдістерге қарағанда методикалық күрделі жүргізілетіні анық.

Ластанған суларды биологиялық тазалау жолдарын құрастыру екі жағдайды талап етеді: біріншісі – суды ластаушы заттардан босату; екіншісі – суды микроорганизмдер суспензиясынан босату. Иммобилизденген микрофлораны қолдану арқылы осы екі мәселені тиімді шешуге болады. Өртүрлі су организмдерін иммобилиздеу – ластанған суларды биологиялық тазалаудың әрі тиімді, әрі сенімді жолы. Бос күйіндегі микроорганизмдерге қарағанда иммобилизденген клеткалардың тағы бір маңызды артықшылығы – бірнеше рет қолданғанның өзінде бактериялардың ұзақ уақыт бойы тотықтыру қасиетін сақтап қалуы.

Алайда бос клеткалармен салыстырғанда иммобилизденген микроорганизмдердің кемшіліктері де бар: күрделі құрылысты биореакторлар керек; клеткалардың биохимиясы мен физиологиясында өзгерістер өтуі мүмкін, оның нәтижесінде өнімділігі төмендейді; тасушыларды дайындау қажет.

Көптеген мемлекеттерде (Жапония, АҚШ, Финляндия, Нидерланды және т.б.) иммобилизденген микроорганизм клеткалары бірқатар биотехнологиялық өндірістерді қарқындату үшін, ластанған топырақ пен су қоймалар биоремедиациясында, өндірістік қалдық сулардан ауыр металдарды бөліп алу үшін және т.б. қолданылады.

Иммобилизденген микрофлораны алудың бірнеше әдістері бар: химиялық (бифункциональды реагенттермен байланыстыру); механикалық (микроб клеткаларын әртүрлі гельдерге және мембраналарға енгізуге негізделген); физикалық (адсорбция және агрегация) әдістер. Өндірістік қалдық суларды ластаушы заттардан тазартуда ең тиімді және қарапайым әдісі – адсорбциялық әдіс. Сонымен қатар бұл әдіс биокатализ және биодеградация тиімділігін арттырады.

Микроорганизмдерді иммобилиздеу үшін қолданылатын тасушылар (сорбенттер) аймағы кең. Тасушы материал ретінде құм, керамзит, күл, көмір, графит және оның өзгертілген түрлері, диатомды жер, шыны шарлар, шыны материалдар, шыны талшықтар, металды торлар, рашиг сақиналары т.б., яғни жүктеу бетінің ауданын жоғарылатуды қамтамасыз ететін тасушылар пайдаланады. Сондай-ақ, клеткаларды полимерлерге енгізу арқылы жүргізілетін иммобилизациясы үшін агар, каррагинан, альгинат, пенополиуретан, полиакриламид, целлюлоза гельдерін пайдаланады.

Қазіргі кезде қолданылатын саңылаулардың жіктелуі бойынша олар мөлшерлеріне байланысты микросаңылаулар, мезосаңылаулар және макросаңылаулар болып бөлінеді. Микросаңылауларға радиусы 15\AA аспайтын саңылаулар жатады. Микросаңылаулардың адсорбциялық потенциалдары көрші қабырғалардың адсорбциялық потенциалдарына байланысты жоғары болып келеді, сондықтан мезо - немесе макросаңылауларда шоғырланатын молекулалармен салыстырғанда микросаңылауларға еруге қабілетті молекулаларға деген адсорбциялық туыстығы жоғарырақ.

Қазіргі кезде коксохимиялық өндірістерде қалдық суларды биотехнологиялық әдістермен тазалау жұмыстары кеңінен қолданылады. Екі сатылы тазалаудан өткен су ластаушы заттардың рұқсат етілетін шектеулі мөлшеріне сәйкес келеді.

Фототрофты микроорганизмер негізіндегі биосорбенттерді қолдану биотехнологияның перспективті бағыты болып табылады, себебі фототрофты микроорганизмер (энергия мен көміртегі көзі ретінде көмір қышқыл газын қолданатын) биомассасын алу қазіргі кезде шет елдерде кең қолданылатын ионалмастырғыш әдістермен салыстырғанда экономикалық жағынан тиімді.

Өндірістік өнеркәсіптердің қалдық суларын адсорбциялық әдіспен тазалау зиянды заттарды жоюмен қатар, маңызды компоненттерін бөліп алуға мүмкіндік береді. Адсорбциялық әдістің тиімділігі қолданылатын адсорбенттің қасиеттерімен, оның ішінде саңылаулы құрылымдық беттердің және механикалық мықтылығының сипаттамасымен анықталады. Әдістің бағасы да маңызды орын алады.

Ағын суларды анаэробты жолмен тазалауда қолданылатын реакторлардың құрылымы және жұмыс істеу принциптері. Анаэробты процесс - ауа мен оттегінің қатысуынсыз суды биологиялық тазалау болып саналады. Анаэробты тазалау жүйесі жоғарғы концентрациялы ағындарды, жауын-шашынды, сонымен қатар тазалау құрылғыларындағы белсенді лай ашытуда қолданады. Күнделікті құрылғыларды қолдану процесстері көбіне анаэробты тоғандарда, септиктерде, метантенктерде, контактылы биореакторларда жүзеге асырылады. Бір тұндырғышты немесе тұндырғыш жүйесі бар анаэробты мүйістерде ағын су бірнеше аптадан екі айға дейін жетеді, одан түзілген газ атмосфераға оңай бөлініп шығады.

Септитенктер - жабық типті көлденең тұндырғыштар, оның түбінде түзілген қатты заттардың тұнбасы анаэробты микроорганизмдермен ыдырап шіру процесі жүреді. Септитенктерге қарағанда метантенктерде араластыру, қыздыру, негізгі параметрлері (температура, шикізат құрамы, апараттың жүктелу интенсивтілігі, т.б) басқарылып отырады. Тазалау процесі де септитенкке қарағанда қарқынды жүреді. Бөлінген биогазды жинап, қажеттілікке жаратады.

Ағын суларды тазалауға дайындық процесінде маңызды шарттар: жеткілікті деңгейде орталандыру және алдын-ала қышқылдандыру болып табылады. Орталандыру сатысында біртіндеп немесе толығымен

органикалық заттар гидролизденеді. Одан ары бұл заттар сірке қышқылы немесе сүтқышқылы секілді органикалық қышқылдарға дейін ашиды. Осыдан кейін ағын су қатты заттардан сүзу, майларды ұстап қалу, қыздыру және нейтрализация нәтижесінде, метанреакторда анаэробты тазалау үшін, қажетті деңгейге жеткізіледі. Анаэробты реактордағы ерекше гидродинамикалық режим арқасында диаметрі 2-5 мм белсенді тұнбаның гранулалары пішінделеді. Гранула құрылымы мен ацидогенді, гетероацетогенді және метаногенді (*Methanosaeta spp.*, *Methanosarcina spp.*) бактериялар енетін бактериалды құрам (консорциум) реактордың жоғары өндіргіштігін қамтамасыз етеді. Анаэробты процестер эффективті жүруі үшін ағын су реакторға құйылар алдында қыздырылып, нейтрализацияланады. Анаэробты тазалау нәтижесінде органикалық заттар метан, көмірқышқыл газына дейін ыдырайды. Метан мен көмірқышқылының қоспасын биогаз деп атайды. Биогаз құрамында 75-80% метан болады. Биогазды бу, ыстық су немесе электроэнергия алуда отын ретінде пайдалану мүмкіндігі бар. Анаэробты процесте артық биомассаның (шамамен 0,04 кг биомасса 1 кг жойылған оттегінің химиялық пайдалану мөлшеріне тең) түзілуі онша маңызды емес.

Биохимиялық анаэробты ыдырау. Реакторда арнайы микроорганизмдердің әр түрлі топтарының қатысуымен саты бойынша органикалық заттардың анаэробты ыдырауы жүреді. Әр түрлі жартылай өнімдердің түзілуі басталады.

Биохимиялық тазалау кезіндегі анаэробты процестердің ерекшеліктері. Күрделі органикалық қосылыстардың биологиялық ыдырауы, әр түрлі бактерия топтарының әсер етуі нәтижесінде бірнеше фаза бойы жүреді. Осы аралықта әр түрлі аралық өнімдер түзіліп, ыдырап отырады. Өте ірі 4 негізгі фазаны бөлуге болады. Бұл фазалар ағын суда бір мезгілде жүруі керек. Өйткені күрделі органикалық заттар метанға дейін өте тез ыдырағандықтан, ағын суда метан түзгіш бактериялар қорек ететін заттар түзіледі. Метан түзгіш бактериялар қоректік субстрат ретінде сірке қышқылын, сутегі, көміртегі оксидін немесе метанолды пайдалана алады.

Суда ерімейтін заттардың (полимер, эмульсиялар) гидролиз және солюбилизация процестері баяу өтеді. Алайда көп жағдайда реакцияның жүру жылдамдығы бойынша ацетогенді фаза лимиттеуші фаза болып табылады. Органикалық заттардың концентрациясы жоғары және рН деңгейі төмен болғанда ацетогенді, метаногенді процестердің тежеледі. Шұғыл жағдайда төмен рН деңгейі тазарту қондырғыларының биоценозының тіршілік қабілетін төмендетеді.

Белсенді лай – антропогендік ластанған суларды аэрациялау кезінде биосорбциялау, биохимиялық қышқылдандыру және бактерияларды жұту нәтижесінде сарқынды сулардан ластаушы заттарды жоятын гетерофтар, хемотрофтар, гель өндіруші бактериялар, қарапайым және көпжасушалы жануарлар тіршілік ететін жасанды биоценоз.

Белсенді лайдың гигроскопиялық ылғалдылығы шөгінділердегі (лайдағы) ластаушы заттардың немесе биогенді заттардың, көміртектерінің салымды құрамын әбден құрғақ затқа қайта есептеу қажеттілігі туындаған жағдайда ғана анықталады. Бұдан басқа гигроскопиялық ылғалдылықты құмдағы, шөгіндідегі, белсенді лайдағы органикалық қоспалармен тікелей байланысқан ылғал құрамын неғұрлым дәл анықтау үшін қажет. Тазартудың жекелеген кезеңдерін технологиялық бақылау кезінде шөгіндінің ылғалдылығын өлшеу жиі орындалады және оның массасы кемінде 50 г үлгіні құрғатуға негізделеді. Алдындағы тармақшада келтірілген шөгінділер ылғалдылығының, сондай-ақ шөгінділер мен белсенді лай күлділігінің нормалары массасы 50 г үлгілерде жасалған өлшемдердің нәтижелері бойынша берілген.

Белсенді лайдағы құмның құрамы механикалық тазарту тиімділігінің және осы белсенді лай қасиеттерінің маңызды сипаттамасы бола алады, бірақ бұл өлшемді белсенді лайда мол болатын органикалық заттардан құм қиыршығын бөлу қиын және оны орындау күрделі болады. Сондықтан механикалық тазарту кезеңінде сарқынды сулардан минералдық қосылыстарды қанағаттана алудың жанама қосымша сипаттамасы қайтымды лайдың күлділігі болып табылады.

Белсенді лайдың қышқылдатқыш қасиеттерін жақсарту, аэротенктердегі нитрификациялау және денитрификациялау процестерін қарқындату, дымқыл шөгіндінің ылғалдылығын төмендету және көлемін азайту үшін қаланың сарқынды суларын мөлдір ететін бірінші тұндырғыштардағы дымқыл шөгіндіні ацидофикациялау технологиясы ұсынылады (тұрмыстық және өнеркәсіптік). Дымқыл шөгіндінің ацидофикациялау ұшпа май қышқылардын – белсенді лайда полисахарид гель түзілуін ынталандыратын, оның седиментациялық және қышқылдатқыш қасиеттерін жақсартатын, белсенді лай қоректенетін маңызды өнімдерін алуға мүмкіндік береді. Бұдан басқа ұшпа май қышқылдары денитрификациялау мен дефосфаттау процесін қамтамасыз ету үшін қолайлы қалпына келтіргіштер болып табылады. Дымқыл шөгіндінің ацидофикациясы аэротенктерде бұл процестерді қосымша анаэробтық аймақтар жасамастан бұрын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

Жабық анаэробты жүйелерде оттегі қатысуынсыз органикалық заттар тотығу процесінсіз бір-біріне айналады. Оттегіні химиялық пайдаланудың жалпы мәні жүйеде барлық уақытта тұрақты болады. Алайда ағынды судағы оттегіні химиялық пайдалану мәні метан ашу арқасында биогазға айналады. Анаэробты жүйеде тазаланатын су құрамында биологиялық заттар аз болғанда, толық тотығу жүрмейді. Мұндай жағдайда аэробты жүйелер қолданылады. Өйткені аэробты тазалау жүйелерінде толық тотығу циклі жүрмейді. Аэротенктер қазіргі кезде ағын суларды тазалауда ең кең қолданылатын қондырғылардың бірі. Анаэробты қондырғылар оттегінің химиялық пайдаланылуы және оттегінің биологиялық пайдаланылуы мәні жоғары ағын суларды тазалауда өте қолайлы. Тазартылған ағын суларға

жоғары талап қойылғанда және олар су тоғандары, сукоймаларға құйылатын жағдайда анаэробты және аэробты тазалауды біріктіру өте тиімді. Анаэробты биологиялық тазалау әдістері өндірістің әр түрлі салаларында органикалық қосылыстармен ластанған қалдық суларды тазалауда қолданылады. Бұл әдістер тұтынушыларды қатты қызықтырады. Өйткені бұл әдіспен ағын суларды органикалық заттардан тазалау процесінде оттегінің химиялық пайдаланылу концентрациясы төмендейді және соңғы өнім ретінде биогаз түзіледі. Сонымен қатар анаэробты әдістерді пайдалануда артық белсенді тұнба түзілмейді. Егер лас су құрамы біркелкі болса, яғни негізінен тек майлармен ластанса, моноағын сулар деп аталады. Бұл жағдайда тазалау қондырғыларын жобалағанда негізгі органикалық компоненттің микроорганизммен ыдырау жағдайларын ескеру керек. Осы жағдайларды тазалаудың максималды эффективтігіне жету үшін технологиялық процесс негізіне алып енгізу қажет. Органикалық субстраттар микроорганизмдердің әсерімен анаэробты жағдайда метанға дейін өзгергенде, артынша ыдыраудың 4 сатысы іске асуы керек. Гидролиз процесінде органикалық ластағыштардың жеке топтары (көмірсу, протейн, майлар) алдымен сәйкес мономерлеріне (қанттар, аминқышқылы, май қышқылдары) ыдырайды. Одан әрі бұл заттар ферментативті ыдырау барысында қысқа тізбекті органикалық қышқылдар, спирттер мен альдегидтерге айналады. Ал бұлар кейін өз кезегінде сірке қышқылына айналады. Тек осыдан кейін метаногенез этапында метан түзіледі, қосымша көмірқышқыл газы бөлінеді. Анаэробты процеске қатысатын микроорганизмдер: Органикалық заттарды метанға дейін анаэробты деградациясына *Methanosarcina*, *Methanosaeta* (*Methanothrix*), *Methanomicrobium* және басқалар қатысады.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Ағын суларды тазалауда қолданылатын әдістерді атаңыз.
2. Ластанған ағын су микрофлорасын атап көрсетіңіз.
3. Белсенді лаймен қалдық ағын суларды тазартуды негізгі мақсатын түсіндіріңіз.
4. Белсенді лай құрамында кездесетін бактерияларды атаңыз.
5. Гидролитикалық, метаногенді және сульфатредукциялаушы бактериялардың маңызын түсіндіріңіз.
6. Ағын сулар құрамы және классификациясын атап көрсетіңіз.
7. Ағынды сулар құрамындағы ластағыш заттарға байланысты жіктелуіне сипаттама беріңіз.
8. Ағынды сулардың құрамы шығу көзіне байланысты маңыздылығын көрсетіңіз.
9. Ластанған суларды биологиялық тазалау жолдарын құрастыру қандай жағдайды талап етеді?
10. Иммуобилизденген микрофлораны алудың әдістерін көрсетіңіз.

11. Ағын суларды анаэробты жолмен тазалауда қолданылатын реакторлардың құрылымы және жұмыс істеу принциптерін түсіндіріңіз.
12. Биохимиялық анаэробты ыдырау процесінің ерекшелігіне сипаттама беріңіз.

8. ҚАТТЫ ҚАЛДЫҚТАРДЫ УТИЛИЗАЦИЯЛАУДА ИММОБИЛИЗДЕНГЕН МИКРОБ КЛЕТКАЛАРЫН ҚОЛДАНУ

Қант қызылшасы – қант өндірісінде шикізат беретін негізгі техникалық дақыл. Жанама өнімдері және қант өндірісі қалдықтарының да белгіленген бағалы құны бар. Мысалы, қызылша сөлі спирт, ашытқы, глицерин, мал азығы болып табылатын жем және тоқыма, картон мен фанер пайдалынатын желім дайындайтын шикізат алуға пайдаланылады.

Негізінен, қант қызылшасының тұқымын себетін алқаптар күзде жыртылып, 3-4 рет дискіленіп, әбден майдаланғаны ләзім. Сосын жердің құнарлығына орай 1 га жерге 170-200 кг аралығында минералдық тыңайтқыш шашылуы тиіс. Өйткені, онда өсімдік қоректенетін негізгі элементтер құралған. Минералдық тыңайтқыш болмаған жағдайда органикалық тыңайтқышта шашуға болады. Онда да азот, фосфор, калий, кальций, магний, күкірт және микроэлементтер - бор, молибден, кобальт т.б. бар. Сөйтіп, топырағы әбден майдаланып, әрі тыңайтылған алқаптың топырағы қызған кезде, әрине, ылғал кеппей тұқымды салып үлгеру қажет. Мұнда да 1 га жерге импорттық тұқым болса, 3-5 кг, ал ТМД елдерінен әкелінген тұқымнан 10-12 кг себу керек. Жалпы тұқым себетін алқаптарды жылма-жыл ауыстырып, яғни 70-80 жылдардың тәжірибесі көрсеткендей, ауыспалы егістікті пайдаланған жөн.

Қант қызылшасының негізі екі жылдық болып саналады. Бірінші жылында түбірі өсіп, екінші жағынада сабағы биіктеп тұқым шашады. Мамандардың айтуынша, қант қызылшасының тұқымын алуға көп жер де керек емес. Тек, өсімдік тұқымын ғылыми-зерттеу институттарымен бірлесе шағын шаруашылық ашып, әр түрлі сорттарына сонда тәжірибе жасап, іріктелген сортын жыл сайын жаңалап, яғни жоғарғы сортты тұқымымен облыс шаруашылықтарын қамтамасыз етіп отырса болғаны.

Республикамызда қант қызылшасын өсіру 1930-1931 жылдары қолға алына бастаған. Бірақ, түрлі саяси жағдайларға байланысты бір қант қызылшасы ғана емес ауыл шаруашылығының өзге дақылдары да кезінде жайында қалғаны тарихтан белгілі.

Содан кейін 60-шы жылдары тәтті түбір өсіруге қайта көңіл бөліне бастады. Нәтижесінде 1973 жылы республика бойынша 78,7 мың га жерге қант қызылшасының тұқымы себіліп, жекелеген шаруашылықтарда әр га-дан 450-500 центнерге дейін сапалы өнім алған.

Міне, сондықтан қант қызылшасы - Жетісу жерінің төл дақылы, Алайда, соңғы жылдары тәтті түбір өсірушілердің қант қызылшасының әр га-дан 175,5 центнерден өнім алулары жоғары көрсеткіш емес.

Қанттың сипаттамасы және жіктелуі. Қант - әртүрлі тағамдардың, сусындардың, нан, кондитер өнімдерінің маңызды ингредиенті болып табылады. Оны шай, кофе, какаоға қосады, ол конфет, глазурь, крем, балмұздақтың және т.с.с негізгі компоненті. Қантты етті консервілеу, былғарыны өңдеуде, темекі өнеркәсібіне де қолданады. Тоспа, желе және т.с.с. жеміс – жидектердің консерванты ретінде қолданылады. Химия өнеркәсібінде қанттан мыңдаған туындылар алынады, олардан әртүрлі облыстарда қолданылатын заттар алынады: пластмасса, фармацевт препараттары, сусындар, тоназытылған тамақ өнімдерінің өндірістерінде.

Статистикалық мәліметтерге сүйенетін болсақ, рафинат қантты қолдану барлық адамдарға тіке пропорционалды. Көш басшысы ретінде, мысалы, Австралия, Ирландия және Дания, мұнда адам басына жылына 45 кг қант жұмсалса, Қытайда бұл көрсеткіш - 6,1 кг. Көптеген қант тростниктерін егетін тропикалық елдерде де төмен, мысалы АҚШ-қа қарағанда (41,3 кг), бірақ мұнда адамдар сахарозаны таза күйінде емес, жеміс және тәтті сусындар құрамында қолданады.

Табиғатта қанттың бірнеше жүздеген түрлері бар. Кез – келген жасыл өсімдік осы топқа жататын бір затты түзеді. Атмосферадағы көмірқышқыл газын фотосинтездеу үрдісінде және топырақтың суынан күн энергиясының әсерімен глюкоза пайда болады, содан соң басқа қантқа айналады.

Әлемнің әр жағында тәттілендіру үшін әртүрлі өнімдерді қолданады:

- тростник және қызылша қанты;
- сорго қанты;
- пальма қанты;
- солод қанты.

Рафинадты тростник және қызылша қанты дәмі жағынан өте ұқсас. Ал шикізат түрінде өндірістің аралық өнімі, табиғи шырынның қоспасы болып табылады. Тростник қанттың шикізатын қолдануға болады, ал қызылша қанты таза түрінде дәмі жағымсыз. Меласса да дәмі жағынан басқа және қант өндірісінің бастапқы өнімі ретінде қолданылады. Англияда тростник қантын тағам ретінде қолданып, қызылша қантын тағам ретінде қолдануға жарамсыз деп санайды.

Нан соргосының бұтақшаларынан қант сиропын алады. Ол ерте Қытайда қолданылып келе жатқан өнім. Бірақ қызылша және тростник қанты сияқты нарықта кең қолданылған емес.

Пальма қантын алу үшін қолданылатын шикізат ретінде пальманың 10 түрі қолданылады, мысалы қант пальмасы (*Argena pinnata*). Бұл өсімдіктің шырынында 16-20% қант болады. Пальма қантының өндірісі Оңтүстік-Шығыс Азияда (Индия, Бирма, Малайзия, Индонезия, Филиппины) жақсы дамыған. Бірақ Индия – коммерциялық масштабта пальма қантын алатын жалғыз мемлекет. Кхмер асханасы пальма қантынсыз іс - жүргізе алмас еді. Ал екінші маңызды өнім пальма арағы мен шырыны.

Жапонияда 2 мың жылдан астам тәттілендіру өнімі ретінде солод қанты қолданылады. Ол күріштің крахмалынан алынады. Бұл зат (мальтоза) кәдімгі

крахмалдан ашытқы қосу арқылы да алынады. Сахарозаға қарағанда тәттілігі жағынан әлсіз болса да нан өнімдерін және балалар тағамын әзірлеу үшін қолданылады.

Бұрынғы кезде бал мен жеміс - жидектермен тамақтану арқылы қантқа деген құмарлығын жеткізген болса, Индияда 4 мың жыл бұрын мадук ағашынан алынатын қант - шикізатын алған. Африка елінде *Melianthus major* түрін қолданған.

Бүгінгі күні қанттың төмендегідей түрлерін бөлуге болады:

- мөлшері 0,5мм-ден 2,5 мм-ге дейінгі жеке кристалл түріндегі өнім, негізінен, сахараза құрамымен;
- қант пудрасы – 0,1 мм көп емес бүтін немесе үгітілген қант кристалы;
- қант ұтағы – 0,5 мм артық емес өлшемді бүтін немесе үгітілген қант кристалы;
- рафинад – қанты құмшекерге қарағанда тазалығы неғұрлым жоғары сахарозадан жасалған тағамдық өнім;
- кесекті рафинад – қант – белгіленген өлшемді кесектен жасалған рафинад қанты;
- рафинадталған құмшекер – жеке кристалл түріндегі рафинад қант;
- рафинад пудра – мөлшері 0,1 мм артық емес рафинадталған құмшекердің ұнтақталған кристалы;

-қант шикізаты тікелей тағам ретінде қолдануға болмайтын құмшекерге қарағанда тазалығы жоғары, негізінен сахарозадан тұратын, тростник немесе қызылшаның өңделген өнімі. Құмшекер мөлшері 0,2-2,5 мм кристалдардан тұратын өнім. Сапалық көрсеткіштері төмендегідей:

Қанттың ылғалдылығын беткі (бос), байланысқан және ішкі деп 3 бөледі. Ылғалдылығы жоғары болғанда – беткі, яғни кристалдың жоғары бетіне ылғал шығып тұрғанда. Мұндай ылғалдылықты кептіру арқылы оңай ажыратуға болады. Беткі ылғалдылық тауарлық қантта шамамен 0,02-0,14% аралығында болуы тиіс (сақтау шарттарына байланысты).

Қазақстанда қант, қант қызылшасы және импорттық қант шикізатынан алынады. Қызылша өндірісі Жамбыл, Алматы облыстарының оңтүстігінде шоғырланған. Құмшекер қант және шақпақ қант Республиканың 8 зауытында шығарылады. Қант зауыттарының қуаты орташа сеткесіне 2600-2700 тонна шикізат өңдеу, ал ірі кәсіпорындарда 4000 тонна (Шу, Тараз).

Бұрын қант шикізатын және даяр қантты Қырғызстан, Ресей, Украина, Ұлыбритания, Қытай, Польша, Австрия, Германия, АҚШ, Швейцариядан тасымалдаған болатын.

Қазақстанның әрбір зауыты жылына 100 мың тонна, ал барлық зауыттың 800 мың тонна шикізатты өндеп алу мүмкіндігі бар. Ал Қазақстан халқының қант өніміне қажеттілігі 400 мың тонна. Кеңес жылдарында қант қызылшасының егіс көлемі қант зауыттарының қажеттігін 20 пайыз ғана қамтамасыз етіп, қалған шикізатты одақтың басқа аудандарынан жоспарлы алып отыратын.

Ал қазір республика күшімен зауыттар қажетінің тек 10-12 пайызын ғана қамтамасыз етіледі. Сондықтан Қазақстан қант мамандары әлемдік қант нарқын зерттеп үйрене отырып, қант құрағын Куба, Аргентина, Бразилия және Австралиядан тасымалдауда.

Қант өндірісінің қалдықтары және оларды қайта өңдеу. Қант өндірісі – агроөнеркәсіп кешенінің (АӨК) материалды көп қажет ететін қайта өңдеу салаларының бірі. Себебі, қант өндірісінде дайын өнімді алу көп шикізат пен көмекші материалдардың болуын талап етеді. Өндірісте орта есеппен қант шығымы 12-13% құрайды десек, қалған 80-83% қант қызылшасы жомы, 5-5,5% меласса, 10-12% фильтрациялық қалдықтар үлесіне тиесілі. Қант өндірісі қалдықтарына негізінен қант зауыттарынан қант өндіру барысында шығарылатын қалдық өнімдер жатады. Қазіргі заманғы ғылым мен техниканың даму деңгейі қант өндірісі қалдықтарын толықтай қайта өңдеуге, оны халық шаруашылығында пайдалану әлі күнге дейін мүмкін болмай отыр. Оны ғалымдар мен экономисттер қант өндірісі қалдықтарын өңдеу қаржылық шығындарды көп қажет ететіндігімен түсіндіреді. Қант өндірісі қалдықтарына: газ қалдықтары (сульфитационды және сатурационды газдар), шаң-тозаң (әк шаңы, жом), қалдықтар (тастар, қиыршық тас, құм), түтін газдары (қазандықтарда отынды жағу кезінде бөлінеді). Жанама өнімдер – шикізатты өңдеу барысында негізгі мақсатты өніммен қатар түзілетін өнімдер. Қант өндірісіндегі жанама өнімдерге қызылша жомы мен меласса жатады. Қанты бөліп алынған, кептірген қызылша жаңқаларын жом деп атайды. Қызылша жомы мен сірнесі қант кәсіпорындарының негізгі қалдықтары. Жом – қант өндірісіндегі ең көп мөлшерде шығатын қалдық. Оны малдарға азық ретінде және тағамдық талшықтар ретінде пайдаланады. Қызылша жомы ағзадағы холестерин алмасуын қалыпқа келтіреді және антиоксиданттық әсерге ие. Жем патокасы – құрамында 50% -ға дейін қанты бар қалыпты температурада сұйық зат. Жом мен сірне дән шикізатын алмастыра алады.

Меласса – кара патока деген атпен белгілі, ақ қантты өңдеу барысында алынатын зат. Мелассадан этиль спирті, глицерин, бутанол, ацетон, сүт, май, лимон, қымыздық, сірке және т.б. органикалық қышқылдарды алады. Фильтрациялық тұнба қант емес заттардың диффузиялық шырынның әк пен көміртек диоксидінің өзара әсерлесу нәтижесінде түзіледі. Фильтрациялық тұнбаны мынадай жолдармен утилизация жасайды: топырақ жабынын бейтараптандыру үшін және құрылымын жақсарту мақсатында топыраққа қосады, әк пен цемент өндірісінде және құрылыс материалдарын өндіруде, асфальтобетон материалдарын жасауда, автокөлік жолдарын салу кезінде грунтты бекіту үшін қолданады.

Компостау - органикалық қалдықтармен микроорганизмдер, ылғал және оттегі арасындағы өзара қиын процесс. Қалдықтарда әдетте өзінің эндогенді аралас микрофлорасы болады. Ылғал және оттегі концентрациясы қажет деңгейге жеткенде микробтың белсенділігі жоғарылайды. Микроорганизмдердің өсуі және көбеюі үшін оттегі және судан басқа

көміртек көзі – азот, фосфор, калий және микроэлементтер қажет. Бұл қажеттілік қалдық құрамындағы заттармен қамтамасыз етіледі.

Микроорганизмдер органикалық қалдықтарды тағамдық субстрат ретінде қолданып көбейеді де суды, көміртек диоксидін, органикалық байланыстарды және энергияны өндіреді. Көміртектен биологиялық тотығу жолымен алынған энергияның бөлігі метаболиттік процесте жұмсалады, қалғаны жылу түрінде бөлінеді. Компост компостаудың соңғы өнімі ретінде ең тұрақты органикалық байланыстарды, ыдыраған өнімдерді, микроорганизмдердің өлі биомассасын, тірі микробтың белгілі санын және бұл компоненттерді химиялық өзара байланыстыратын өнімдерді қамтиды.

Компостау процесі клеткалық матрикстің биосинтезі және энергия алу үшін көміртек көзіне, сонымен қатар клеткалық белогының синтезіне азот көзін қажет ететін микроорганизмдердің белсенділігіне бағынышты. Микроорганизмдер төмен деңгейде фосфор, калий, кальций және басқа элементтерді қажет етеді. Жалпы микробтық клетканың 50 % құрайтын көміртек (бүкіл органикалық заттардың ең маңызды құрамы болатын химиялық элемент) клетка үшін құрылыс материалы және энергия көзі қызметін атқарады.

Азот клетканың белок синтезінде, нуклеин қышқылы, аминқышқылдары ферменттер синтезіне, клетканың өсуі және функциялануына қажет маңызды элемент. Микроорганизмдер азотқа қарағанда көміртекті 25 есе көп қажет етеді.

Балғын жасыл субстраттар азотқа, ал қоңыр құрғақтары көміртегіге бай. Компостау процесінде C:N оптимальді қатынасы 25:1, 30:1 бұл баланс өзгерсе процесс баяулайды, микроб метаболизмі біртіндеп тоқтайды.

Компостау процесінің жылдамдығы субстраттың табиғи ыдырау процесі C:N қатынасына ғана емес, ылғал, температура, оттегі деңгейі, компостық үйіндідегі рН байланысты. Компостауда рН 5,5-9,0 болғанда жеңіл өтеді.

Компостау процесі басталғанда тесіктерде оттегі концентрациясы 15-20% құрайды, егер оттегі концентрациясы 5 % төмендесе анаэробты жағдай туады.

Процесте ылғалдылық 50-60 % болғанда оптималды жағдай туады, егер компостық қалдықты басқанда 1-2 тамшы су бөлінсе компостта ылғалдылық жеткілікті дәрежеде деп түсіндіріледі.

Компостық үйіндідегі температура субстрат түскен сәттен бірнеше сағаттан кейін көтеріледі және мынадай компостау кезеңдерінен тұрады: мезофильді, термофильді, салқындау, пісіп жетілу. Процесс басталғанда қалдық қоршаған орта температурасында, рН әлсіз қышқыл болады. Мезофильді кезеңде қалдықта бар микроорганизмдер тез көбейеді де температура 42°C көтеріледі, органикалық қышқыл түзілу есебінен орта қышқылданады. Температура 40° С жоғарылағанда мезофильдерді термофильдер ауыстырады.

Ол температураны 60° С көтеріп, саңырауқұлақтар активтілігін жоғалтады. Ары қарай 62° С кейін процесті спора түзетін бактериялар және

актиномицеттер жалғастырады, белок ыдырағанда аммиак бөліну есебінен рН сілтіленеді. Компостаудың бастапқы 3 кезеңі тез өтеді. Соңғы стадиясы – пісіп жетілуде массаның және жылу бөлінудің төмендеуінен процесс бірнеше айға созылады. Бұл кезеңде субстраттың қалдығы лигнин және өлген микроорганизм белоктары арасында қиын реакция болады, нәтижесінде гумин қышқылы түзіледі.

Компостаудың микробиологиялық аспектілері.

- ▶ компостау тірі организмдердің әртүрлі топтарының бірлесіп белсенділік көрсететін динамикалық процесі.

Компостауға қатысатын организмдердің негізгі тобына:

- Бактериялар, актиномицеттер, саңырауқұлақтар, ашытқылар, балдырлар;
- Қарапайымдылар;
- Жоғары саңырауқұлақтар;
- Қырықаяқтылар, жеркене, жер құрты, құмырсқалар, термиттер, өрмекшілер, тарақандар.

Компостау процесінде бактериялардың 2000-нан астам, саңырауқұлақтардың 50-ден астам түрі қатысады. Бұл түрлерді өздерінің белсенділігін көрсетуіне байланысты температура интервалы бойынша топтарға бөлуге болады. Психрофильдер үшін температура 20°C төмен, мезофильдер үшін 20-40°C, термофильдерге 40°C жоғары.

Актиномицеттер бактерия және саңырауқұлақтарға қарағанда әлдеқайда баяу өседі де компостаудың бастапқы стадиясында оларға бәсекелес болмайды. Компостық массаның жоғары жағынан қарағанда 10 см тереңдікте актиномицеттер үшін тіпті ақ және сұр түсті анық байқауға болады. Ол процестің соңғы стадиясында байқалады. Олардың саны бактериядан төмен, 1 г компоста 100 мыңнан-10 млн.ға дейін клеткасы болады.

Саңырауқұлақтар целлюлозаны бұзуда маңызды рөл атқарады. Температура 55°C-тан жоғары болса саңырауқұлақтар тіршілігін жояды.

Компостау процесінде бактерия, саңырауқұлақ және актиномицеттен басқа омыртқасыздар да белсенді түрде қатысады. Бұл организмдер микроорганизмдермен бірге компост үйіндісінің “денсаулық” негізі деуге болады. Оларға: құмырсқалар, қоңыздар, қырықаяқтылар, жалған скорпиондар, жеміс қоңызының личинкалары, нематодтар, жауын құрттар және т.б жатады. Компост температура максимумге жеткен соң, артынан салқындап топырақ омыртқасыздарына қол жетімді болады. Көптеген топырақ жануарлары компосталып жатқан материалдың қайта өңделуіне, оның ортада ұсақталуына үлесін қосады. Сонымен қатар компост компоненттерін араластыруға қабілетті. Компостаудың соңғы стадиясында және топырақта ары қарай органикалық қалдық түзілуінде шұбалшандардың рөлі маңызды. Компостау сатылары:

Компостау – кешенді, көп сатылы процесс. Оның әр сатысы әртүрлі организм консорциумдарымен сипатталады:

- лаг-фаза;

- мезофильді фаза;
- термофильді фаза;
- пісіп жетілу фазасы.

Бірінші фаза балғын қалдықтың компостық үймеге тусуінен басталады. Бұл фазада микроорганизмдер қалдықтың түріне және компостық үймеде қоректену жағдайына бейімделеді. Қалдықтың ыдырауы осы сатыда басталады, бірақ микроб популяциясының жалпы саны жоғары емес, температура төмен.

Екінші фаза. Созылыңқы бұл фазада субстраттың ыдырау процесі күшейеді. Төмен және біркелкі температураға бейімделгіш мезофильді микроорганизмдердің ерекшелігіне байланысты микробтық популяцияның саны жоғарылайды.

Бұл организмдер қарапайым қант және көмірсу тәрізді ерігіш, онай ыдырайтын компоненттерді тез бұзады. Бұл заттардың қоры тез таусылады, ары қарай микробтар целлюлаза, гемицеллюлаза және белоктар секілді күрделі молекулаларды бұзуды бастайды. Мына заттарды тұтынған микробтар басқа микроорганизмдер үшін қорек көзі ретінде жұмсалатын органикалық қышқыл комплексін бөледі.

Бірақ түзілген органикалық қышқылдың барлығы сіңірілмей артық жиналып, нәтижесінде ортаның рН төмендейді. рН компостаудың екінші стадиясының аяқталу индикаторы есебінде қызмет етеді. Қышқылдың артық жиналуы микроорганизмдердің тіршілігін жоятындықтан, бұл уақытша көрініс.

Үшінші фаза. Микробтардың өсуі және метаболизм нәтижесінде температура жоғарылайды. Температура 40°C жоғарылағанда мезофильді микроорганизмдердің орнын жоғары температураға тұрақты термофильдер басады. Температура 55°C жеткенде адам, өсімдік үшін патогендер өледі. Егер температура 65°C көтерілгенде компостық үймедегі аэробты термофильдер тіршілігін жояды. Жоғары температура әсерінен өсімдіктің негізгі структуралық компоненттері белок, май, целлюлаза және гемицеллюлаза типті күрделі көмірсулардың ыдырауы жылдамдайды. Тағамдық ресурстардың аяқталуы нәтижесінде алмасу процесі тоқтап, температура біртіндеп төмендейді.

Төртінші фаза. Компостық үйіндіде температураның мезофильді диапазонға дейін төмендеу салдарынан мезофильді микроорганизмдер басымдылық көрсете бастайды. Температура пісіп жетілу кезеңі басталуының ең жақсы индикаторы болып табылады. Бұл фазада қалған органикалық заттар жиынтық (комплекс) түзеді. Бұл органикалық заттардың жиынтығы ары қарай ыдырауға тұрақты және гуминді қышқыл немесе гумус деп аталады.

Қайталауға арналған сұрақтар:

1. Компостау процесінде микроорганизмдер үшін маңызды элементтерді атаңыз.

2. Компостау процесінде микроорганизмдер үшін C:N қатынасын қарастырыңыз.
3. Компостау процесінде қатысатын микроорганизмдер түрлілігі.
4. Қатты қалдықтардың өңдеуінің негізгі әдістерін келтіріңіз.
5. Қатты қалдықтардың өңдеуінде қолданатын реакторларды қарастырыңыз.
6. Компостау процесінде микроорганизмдерден басқа қандай организмдер қатысады және олардың ролін көрсетіңіз.
7. Компостау және экожүйенің қайта қалпына келтіруде микробтық технологиялардың байланысуын көрсетіңіз.
8. Қанттың сипаттамасы және жіктелуін атаңыз.
9. Қант өндірісінің қалдықтары және оларды қайта өңдеу процесін түсіндіріңіз.
10. Компостау – кешенді және көп сатылы процесс. Әр сатысына анықтама беріңіз.
11. Меласса өңдеу барысында алынатын заттарды атаңыз.

ҚОРЫТЫНДЫ

Клеткалар иммобилизациясы өте қызық әрі толық зерттелмеген сала болып келеді. Көптеген биотехнологиялық процестер ең алдымен микробты, сонымен бірге өсімдік және жануарлар клеткалары сияқты табиғи объектілерді қолдануға негізделеді. Сондықтан олардың қолдануының негізделген және технологиялық қолайлы варианттарын таңдаумен байланысты проблемалары бірінші орынға ие. Осыдан гомогендіге қарағанда гетерогенді катализдің бірқатар артықшылықтарын қолдану үшін ерімейтін тасымалдаушы бетінде немесе ішінде клетканы бекітуді қолдану ұсынысы жасалған.

Клеткалардың иммобилизденуі – биокатализатор молекуласын жеке, бос ерітінді фазасынан бөлек, бірақ онымен субстрат, эффектор немесе ингибитор молекуласымен алмаса алатын фазаға енгізетін әдістемелік тәсіл.

Қазіргі кезде микроорганизм клеткаларын қолдануға негізделген биотехнологияның салалары, микробиологиялық өндірістер қарқынды дамуда. Өндірістік жағдайда микроорганизмдер клеткалары жоғары температура, рН-тың экстремалды жағдайларында, органикалық беттік активті заттардың жоғары концентрациясында белсенділік көрсетеді. Осыларға байланысты микроорганизмдер клеткаларының тұрақтылығы маңызды орын алады. Осы проблемаларды шешудің бірден-бір жолы клеткаларды иммобилиздеу. Өндірістің тиімділігін жоғарлату үшін иммобилизденген клеткаларды қолдануы жалғыз ғана жолы емес. Клеткалардың иммобилизденуі қажет немесе иммобилиздеу қажет емес жағдайлар бар. Сондықтан иммобилизденген клеткалардың жоғарыда айтылған артықшылықтары кей кезде жеткіліксіз болады. Бұл жағдайлардың шарттылығы мен әр мәнділігі қолданатын организмдердің көп түрлілігімен, олардың жеке ерекшеліктерімен, әрбір биотехнологиялық процестің нақты мақсаттары немесе құралдың арналуымен, иммобилиздеу тәсілімен және мұндағы тасымалдаушының қасиеттерімен анықталады. Мысалы, егер бір дақылдар қолданғанда олардың белсенділігін төмендетпей, иммобилизденген жүйесінің ұзақ қызмет атқаруына жетуге болса, гендік-инженерлік штамдарын қолданғанда оны әрқашан жасау мүмкін емес.

Сонымен, иммобилизденген клеткаларды синтез немесе заттар трансформациясының әр түрлі мақсаттарына қолдану кезінде жаңа өндірістердің технологиялығын жоғарылатудың немесе қалыптасқан процестердің кемшіліктерімен азайтып, тиімділігін міндетті түрде қарастыру керек.

Бұл оқу құралында микроорганизмдердің клеткалар негізінде иммобилизденген биокатализаторларды алу принциптері, микроб клеткаларын иммобилиздеу әдістері, клетка тасымалдаушылар түрлілігі, иммобилизденген биокатализаторлардың қолдану бағыттары, түрлі факторлардың иммобилизденген микроорганизмдер клеткаларына әсері қарастырылған.

Оқу құралында берілген мәліметтер студенттерді микробиологияның түрлі салаларында жұмыс істеуге дағдыландырады.

СӨЖ тақырыптары:

1. Беттік адсорбциялық құбылыстар, биологиялық, физикалық бөлшектер.
2. Микроорганизмдердің алуан түрлілігі, олардың ерекшеліктері.
3. Бактерия клеткаларының клеткасындағы міндетті және қосымша құрылымдар.
4. Микроорганизмдердің беткі құрылымдары, маңыздылығы.
5. Фирмакуттардың және грациликуттардың негізгі топтары.
6. Микроорганизмдердің қоршаған ортадағы заттар айналымына қатысуы.
7. Микроорганизмдердің басқа организмдермен қарым-қатынасы.
8. Микроорганизмдердің қоректену типтеріне байланысты бөлінулері.
9. Бактериялардың қозғалысы (талшықтар көмегімен, сырғу арқылы қозғалыстары).
10. Бактериялардың қатаң табиғи жағдайларда тіршілік етулері.
11. Микроорганизмдерді дақылдау әдістері.
12. Микроорганизмдерді дақылдауда қолданылатын қоректік орталардың түрлері.
13. Физика-химиялық факторлардың микроорганизмдерге әсері.
14. Микроорганизмдердің экологиясы. Микроорганизмдердің табиғатта таралуы.
15. Имобилизденген ферменттердің қолдануы.
16. Табиғи сорбенттерге имобилизденген биопрепарат-ыдыратушылар.
17. Өндірісте қолданатын көміртек биосорбенттер.
18. Модифицирленген сорбенттерге имобилизденген биопрепарат-ыдыратушылар.
19. Қазақстанда пайдаланатын тасымалдаушылар және биосорбенттер.
20. «Экологиялық биотехнология» және «Инженерлі биотехнология» пәндері, міндеттері, қазіргі замандағы маңызы, байланыстары.
21. Микробиоценоз -экожүйенің бір бөлігі және оның зат айналымындағы рөлі.
22. Табиғи орталарда экожүйелердің жұмыс істеуінің негізгі ерекшеліктері.
23. Органикалық ксенобиотиктер, олардың биотрансформациясы. Имобилизденген биообъектілерді пайдалану.
24. Қоршаған орта экологиялық факторлар, олардың түрлері
25. Ластанған суларды аэробты процестерді пайдалана отырып тазалау биотехнологиясы.
26. Өнеркәсіптік және табиғи ластанған суларды биологиялық тазалау. Имобилизденген биообъектілерді пайдалану.
27. Ластанған суларды тазалауға арналған биофилтрлер, олардың түрлері.
28. Ластанған суларды тазалауда микроорганизмдердің имобилизденген клеткаларын пайдалану.
29. Табиғи және синтетикалық полимерлі материалдарды биодеструкциялау.
30. Ластанған қалдықтарды тазалауда анаэробты процестерді пайдалану

31. Табиғи және синтетикалық полимерлі материалдарды биодеструкциялау.
32. Ластанған суларды фототрофты микроорганизмдерді пайдаланып тазалау процестері (альготенк).
33. Топырақ биоремедиациясы. Иммуобилизденген биообъектілерді пайдалану.
34. Микроорганизмдер көмегімен металдарды биосорбциялау олардың өндіріс қалдықтарын тазалаудағы маңызы.
35. Органикалық қалдықтарды микробиологиялық өндеу.
36. Металлургиялық кәсіпорынның ағын суларын тазартуда микроорганизмдерді пайдалану технологиясы.
37. Көмірсутегі тотықтырушы микроорганизмдерді мұнайды қайта өндеуші кәсіпорындардың ағын суларын және мұнаймен ластанған топырақты тазартуда пайдалану.
38. Түрлі өндіріс қалдықтарын биологиялық қайта өндеу технологиясы.
39. Биогаз алу технологиясы және оған қолданатын қондырғылар.
40. Түрлі өндіріс қалдықтарын биологиялық қайта өндеу технологиясы.
41. Ауыл шаруашылығына арналған биопрепараттардың микробиологиялық өндірісі. (Биотыңайтқыштар)
42. Табиғи орталарды тазалау үшін жасалынған микроорганизмдер негізіндегі биопрепараттарды алудың технологиясы.
43. Биоэнергетика және экологиялық таза отын алу.
44. Биоэтанол және биодизель.
45. Экожүйелер және олардың табиғи орталардағы рөлі, ерекшеліктері.
46. Органикалық ксенобиотиктердің биотрансформациясы.
47. Сульфатредукциялаушы бактерияларды қолдана отырып металдарды тұнбаға түсіру.
48. Мұнай тотықтырушы микроорганизмдер таралуы, олардың экологиялық маңызы.
49. Ауыр металдармен ластанған топырақты биоремедиациялау технологиясы.
50. Компостау, практикалық маңызы.

ГЛОССАРИЙ

Адгезия (лат. *adhesion* – жабысу) – клеткалардың бірі-бірімен және түрлі субстраттарға жанасуы.

Абиогенез - бейорганикалық заттардың уақыт өте келе күрделеніп тірі организмге тән қасиеттерге, су алдымен тіршілік әрекеті барысында зат алмасуға қабілеттілікке ие. Биополимерлердің түзілуі нәтижесінде тіршіліктің пайда болу теориясы.

Антагонизм - организмнің бір тобына екінші бір топтың жойқын әсер ететін қасиеті. Оларға сүтқышқылы бактерияларының шіріту бактериялары тіршілігін тежеуі мысал бола алады.

Ашу— ашу процесі анаэробты, оттексіз жағдайда өтеді. Мұнда электрон доноры ретінде органикалық заттар пайдаланылады.

Аэротенк - ағын суларды биологиялық тазалау үшін қолданылатын қондырғы. Бұл белсенді лай салынған, ішіндегі затты ауаландыру үшін жабдықталған қондырғы.

Антибиотиктер – микроорганизмдер тіршілігі барысында (метаболизм) түзілетін заттар. Антибиотиктер микроорганизмдердің тіршілігін тежеуге немесе мүлдем жойып жіберуге қабілетті.

Автолиз – өздерінің жасуша цитоплазмасы құрамындағы гидролиздік ферменттерініңәсерінен жасушалар мен ұлпалардың өздігінен ыдырау процесі; ағзаның немесе жасушаның өз құрамының заттар бөліктерін қорытуы.

Автоклав (фран. т.«*autoclave*», грек.«авто» және лат.«*clavis*» - кілт) - тамақ өнеркәсібінде және басқа салаларда көптеген физикалық-химиялық процестерді атмосфералық қысымнан жоғары қысымда және қыздырып өткізуге, сондай-ақ дәрігерлік аспаптар мен байлап-таңу материалдарын залалсыздандыруға арналған герметикалық аппарат.

Агрегация - сұйық ортада микроорганизмдерді дақылдау барысында клеткалардың жабысуынан (саңырауқұлақтарда жиі кездеседі) қалыптасқан ұлпалар немесе бүрлер.

Ауксотрофтар – органикалық қосылыстардың біреуін немесе бірнешеуін талап ететін бактериялар.

Ашытқы автолизаты– дәрумендердің, аминқышқылдарының, оның ішінде триптофанның және басқа да өсу факторларының көзі ретінде қолданылады.

Баеоциттер– кейбір цианобактериялардың ұсақ репродуктивті клеткалары. Үлкейген вегетативті клеткалар қатарының жылдам бөлінуінен кейін пайда болады.

Бактериолиз – протоплазманың сыртқы ортаға шығысымен, клетка бактериялары бұзылады. Физикалық – химиялық антигенді қасиеттер тудыруы мүмкін.

Биоремедиация - биологиялық объектілердің метаболитті потенциалын қолдана отырып, суларды, топырақтарды, атмосфераны тазалау әдістерінің кешені.

Бациллалар – спора түзетін бактериялар. Таяқша тәрізді клеткаларда енінен ұзындығы артық болады. Таяқша тәрізді бактериялар эндоспора түзетін (*Bacillus*, *Clostridium*) және түзбейтін (*Pseudomonas*, *Xanthomonas*) болып бөлінеді.

Бактериостатикалық әсер (*bacteria* және гректің *statikos*-тоқтатушы)-микроорганизмдердің организмде көбеюін уақытша тоқтату қабілеті.

Биогаз — қатты және сұйық күйдегі органикалық қалдықтардың метандық ашуы кезінде түзілетін жанғыш газ. Биогаз ағаш өңдеу, тамақ өнеркәсіптерінің қалдықтары ашығанда, ақаба суларда түзіледі. Оның құрамында 55 — 65% метан және 35 — 45% көмір қышқыл газы болады. Биогазды тез жетіліп, мол биомасса беретін балдырларды және басқа да микроорганизмдерді арнайы өсіріп, ашыту арқылы да алуға болады. Ол отын есебінде қолданылады. Органикалық қалдықтардың ашып, ыдырау процесі кезінде түзілетін көмірқышқыл газы атмосфераға сіңіп, оның молаюына әсерін тигізеді.

Биогенді элементтер - азот, фосфор, көміртек көзі.

Залалсыздандыру– қоректік орталарда, ыдыстарда және т.б. микроорганизм клеткаларын жою.

Иммобилденген жасушалар – табиғи немесе синтетикалық сақтаушы заттардың беткі қабатына бекіген немесе полимерлік гельдер құрамына енгізілген, қозғалысы шектелген, осы орталарда өсетін жасушалар.

Ксенобиотик - тірі ағзалар үшін жат химиялық қосылыстар (грек. ξένος — жат және βίος — өмір).

Қоректік орта – құрамында клетканың конструктивті және энергетикалық процестері үшін қажет барлық компоненттер болуы керек: көміртегі, азот, фосфор көздері және микроэлементтер.

Микотоксиндер - микроскопиялық саңырауқұлақтардың екінші реттік метаболиті.

Микробиология – микроорганизмдердің систематикасын, морфологиясын, физиологиясын және биохимиясын зерттейтін биологиялық пән. Микробиология жалпы, медициналық және техникалық болып бөледі.

Мицелий – көптеген саңырауқұлақтар мен актиномицеттердің вегетативті денесі, немесе талломы. Саңырауқұлақтардың мицелийлері клеткалы немесе клеткасыз болуы мүмкін.

Микрофлора - бірлестікте тіршілік ететін микроорганизмдердің флорасы: биогеоценозда, суда, топырақта, ішекте және т.б.

Сүт - 51074-97 ГОСТ Р бойынша – ешнәрсе қосылмаған немесе жойылмаған сүт бездерінің қалыпты секрецияның өнімі.

Сүт кемістіктері – сүттің құрамы мен қасиеттерінің көрсеткіштерінің, соның ішінде түсі, дәмі, иісі, консистенциясы және т.б. белгілі қалыпты сүтке қойылған көрсеткіштерден аутқуы.

Облигатты аэробтар - оттегі қажетті, тек оттегі бар кезде өсетін организмдер. Облигатты аэробтық организмдер тотығу реакциясы кезіндегі энергияны пайдаланады, мысалы, сірке қышқыл бактериялары этил спиртін сірке қышқылына дейін, ал кейбір зең саңырауқұлақтары қанттарды лимон, қымыздық және глюкон қышқылдарын түзгенге дейін тотықтырады.

Патогенді микроорганизмдер – тірі организмде паразиттік тіршілік етуге эволюциялық бейімделген және онда ауру тудыратын микроорганизмдер.

Пастеризация – 65-80°С температурада 30-10 мин бойы қыздыру арқылы жүретін толық емес залалсыздандыру. Бұл әдіс жоғары температураға дейін қыздыруға келмейтін тағамдарды ұзақ мерзімге сақтау үшін пайдаланылады. Пастеризация кезінде өнімдегі микроорганизмдердің вегетативті формалары өледі, бірақ термотөзімді споралары қалып қояды, қолайлы жағдай туған кезде олар көбейе бастайды. Сол себепті пастерленген тағамдарды төменгі температурада, белгілі бір уақыт аралығында сақтаған жөн. Бұл әдісті Л.Пастер ұсынған.

Пробиотиктер - тірі патогенді емес микроорганизмдерден немесе олардың ферментациясының өнімдерінен тұратын, патогенді және бөтен адам және жануарлар ішек микрофлорасына қарсы әсер ететін биологиялық препараттар.

Психрофильді микроорганизмдер - төменгі температурада жақсы тіршілік ететін микроорганизмдер. Олар үшін оптимальды температура -10°C , минимальды 10°C пен 0°C арасында, ал максимальды температура $+30^{\circ}\text{C}$ шамасында болады. Бұл топқа кейбір шіріту бактериялары, зәң саңырауқұлақтары, суларда тіршілік ететін бактериялар және кейбір темір бактериялары жатады. Сонымен қатар, бұл топқа тоңазытқышта сақталатын, тағамдарды бүлдіретін кейбір микробтар да жатады.

Сүт қышқылды бактериялар – сүтқышқылды ашуды жүргізетін, яғни көмірсулардың сүт қышқылына дейін ыдырауын жүргізетін микроорганизмдер.

Сүт консервілер – табиғи сүттен немесе сүт және тағам толтырғыштардан жасалатын, арнайы өндеудің нәтижесінде өзіндік қасиеттерін өзгеріссіз сақтайтын өнімдер.

Сүт сарысуы – ірімшік, сыр және казеин өндеу кезіндегі жанама өнім.

Санитарлық-көрсеткішті микроорганизмдер – сыртқы ортаның ластану деңгейін көрсететін микроорганизмдер, олар зерттелетін объектілердің эпидемиологиялық қауіпсіздігін білдіретін деңгейін анықтайды.

Ұйытқылар – сүт өнімдерін, сиыр майын және ірімшіктерді өңдеу кезіндегі қолданылатын микроорганизмдердің таза немесе аралас дақылдары.

Спора - әр түрлі микроорганизмдердің түзетін, негізінен өніп - өсіп көбеюге арналған денесі. Олар қолайсыз жағдайдан микроорганизмдер ұрпағын сақтап қалады.

Фотореактивация - радиация әсерінен пайда болатын ДНК бұзылуларының жарым –жыртылай қайтымды процесі.

Эмбден-Мейергоф-Парнас жолы - жануарлар, микроорганизмдер және өсімдіктер клеткасындағы анаэробты, ферментативті көмірсулардың (негізгісі гликолиз) ыдырау процесі. Жануарларда соңғы өнім болып – сүт қышқылы, ал өсімдіктер мен микроорганизмдерде –пирожүзім қышқылы.

Экотоксиканттар - шығу тегі антропогенді, табиғи биогеохимиялық циклдерге жатпайтын улы заттар, тірі организмдерде жинақталу қасиеттерімен сипатталады.

Эфтрофтану (гр.эва-бай) - биогенді элементтердің, оның ішінде, азот пен су көздерінің жинақталуына байланысты су қоймаларының бірінші өнімділігінің артуы - «гүлдену процесін» тудырады.

Ультрапастеризациялау – азық - түліктердің сақтау мерзімін ұзарту мақсатында жүргізілетін термоөңдеу процесі. Ультрапастеризация – пастеризацияның бір түрі, ол кезде сұйықтық 1-2 секундқа 135-150°C температураға дейін қыздырылады және тез 4-5 °C-ға дейін суытылады.

pH – ерітінділердің қышқылдылығы немесе сілтілігі сутегі ионының концентрациясына байланысты белгілену.

Хемостат - микроорганизмдерді үздіксіз өсіру әдісі.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Негізгі

1. А.А.Жұбанова, Г.Ж.Абдиева Қ.К.Шөпшібаева, П.С.Уәлиева «Биотехнология негіздері» Алматы, 2006ж
2. Егорова Т.А. Основы биотехнологии: Учеб. пособие для высш. пед. учеб. заведений / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. М.: Издательский центр «Академия», 2006.
3. Юрин, В. М. Иммуобилизованные клетки и ферменты: курс лекций / В.М. Юрин. Минск: БГУ, 2006.
4. Безбородов, А. М. Ферментативные процессы в биотехнологии / А. М. Безбородов, Н. А. Загустина, В. О. Попов. М.: Наука, 2008.
5. Рогов, И. А. Пищевая биотехнология / И. А. Рогов, Л. В. Антипова, Г. П. Шуваева. М.: КолосС, 2004.

Қосымша

1. Корочинский, А. В. Исследование возможности создания иммуобилизованных структур на базе пробиотиков // А.В. Корочинский, В.В. Верниковский, Э.Ф. Степанова // Успехи современного естествознания. 2010. №5. С. 34-38.
2. Жұбанова А.А., Абдиева Г.Ж., Шупшибаев К.К. Биотехнология негіздері. Алматы, Қазақ университеті. 2006. 110с.
3. Сеницын А.П., Райнина Е.И. и др. Иммуобилизованные клетки микроорганизмов. –М.: Изд-во МГУ, 1994. –288с.
4. Әлмагамбетов, К.Х. Биотехнология негіздері. Астана, 2007.
5. Березин И.В., Клесов А.А. и др. Биотехнология: Учебное пособие для вузов в 8-ми кн. Т.8. Инженерная энзимология. –М.: Высшая школа, 1987. –143с.
6. Экологическая биотехнология: пер. с англ./ Под ред. К.Ф.Форстера, Д.А.Дж. Вейза. -Л.: Химия, 1990. -384 с.
7. Мазур И.И. Курс инженерной экологии : Учеб. для студентов вузов / Иван Иванович Мазур, Олег Иванович Молдаванов; Под ред. И. И. Мазура.- М.: Высш. шк., 1999.- 446, [2]с.

Оқу басылымы

Қайырманова Гүлжан Қайыржановна

Микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалары

Оқу құралы

Басылуға 2015 жылы қол қойылды. Пішіні 60x90 1/16.
Көлемі 101 б.т. Офсетті қағаз. RISO басылыс. Тапсырыс №.
Таралымы 500 дана. Бағасы келісімді. Әл-Фараби атындағы
Қазақ Ұлттық университетінің «Қазақ университеті» баспасы.
050038, Алматы қаласы, Әл-Фараби даңғылы, 71.
«Қазақ университеті» баспаханасында басылды.