

# БИОТЕХНОЛОГИЯ 4-КУРС СТУДЕНТТЕРІ, ЭКОЛОГИЯЛЫҚ БИОТЕХНОЛОГИЯ ПӘНІ БОЙЫНША ЛЕКЦИЯЛАР

(Барлық лекциялар компьютерде Microsoft PowerPoint программасында дайындалған презентация бойынша оқылады, мұнда суреттер, сызбалар және фотолар көрсетілген)

## Ластанған суларды биологиялық тазарту

Биологиялық тазалау табиғи және жасанды жағдайларда жүре алады. Табиғи тазалаудың жабдықтарына:

1. фильтрлейтін құдықтар (1 куб.м. тәулігіне шығындайды ) және фильтрлеуші кассеталар (0.5-6 куб.м.)
2. Жерасты фильтрация аудандары-тәулігіне 15 куб.м.және жоғары.
3. фильтрациялаушы аудандары-1400 куб.м
4. фильтрациялаушы кассеталар-фильтрация коэффициенті тәулігіне 0,1 куб.м .аз фильтрациялаушы грунттарда және өткізу қабілеті тәулігіне 0,5-0,6 куб.м.
5. циркуляциялық тотығу каналдары-тәулігіне 100-1400 куб.м. шығындайды.
6. биологиялық тоғандар (табиғи немесе жасанды аэрациямен)-тәулігіне 1400 куб.м  
Тазалау станциясының орналасқан ауданының орташа жылдық температурасы 10 град.С. төмен болмау керек. Ал маусымдық жұмыс кезінде,жазда, орташа жылдық температураны ескермеуге де болады.  
Жасанды жағдайларда жүретін биологиялық тазалау үшін қажет жабдықтар:
  1. пенопластты немесе пластмассалы саптамасы бар биофильтрлер
  2. биодискті фильтрлер
  3. биофильтраторлар
  4. биобарабанды биореакторлар
  5. толық тотығу әдісімен жұмыс істейтін аэрациялық қондырғылар
  6. аэрациялық қондырғылар

Кәдімгі биофильтрлерде фильтрлейтін масса ретінде гравий, керамзит, ұсақталған тастарды қолданады. Пеностеклоны қолдану технологиялық, конструктивті, эксплуатациялық жағынан басқа материалдарға қарағанда жақсы. Пеностекло-жылуизоляциялық құрылыс материалы. Ол механикалық беріктігі,су,пар,газды өткізбеушілігі,отқа төзімділігі,қышкылдар мен ыдырау өнімдерінің әсеріне төзімділігімен ерекшеленеді. Пеностеклоның адсорбциялық бетінің ауданы перфорациясына байланысты-200 кв.м./куб.м.

Реактивті ороситель арқылы биофильтрдің үстіне қалдық суды таратамыз. Пластмассалы саптамалар биофильтрлердің лайландырмайды,бұл ауаның оңай кіруіне себеп болады. Биофильтрлердің кемшілігі-биопенкалары құрғау, температураның тұрақсыздығы, саптамалардың лайлануы.

### Биодискті фильтрлер

Бұл қондырғылар тәулігіне 1000 куб.м. дейін ластанған суды шығындайды. Биодискті фильтрлерге саптама ретінде тығыздығы аз синтетикалық материалдардан жасалған перфорацияланған дисктерді пайдаланады. Бұл дисктер-қондырғының негізгі компоненті, үнемі айналып тұрады, ал перфорацияның үстіңгі жағы биопенкамен жабылады.

Биодискті фильтрлер-көп секциялы қондырғы(3-6 секция). Бірінші және екінші секциясында биоөдыратылған ластаушы заттар , ал аммонийлі азотты төмендету және нитрификация процесі үшінші және келесі секцияларда жүзеге асады. Азотты жою классикалық биофильтрлер мен аэротенктерге қарағанда 40% жоғары. Бірақ тазаланған суларда азотты тұздар (биогенді қосылыстар) кездеседі, сондықтан кейбір кезде алдын-ала тазалану қажет.

Биодискті фильтрлердің биологиялық пленкаларынан шыққан өңделген су екінші тұндырғышқа өтеді. Екіншілік тұндырғыштар жұқа қабатты модульдермен жабдықталуы керек.

### Биофильтраторлар

Биофильтраторларды қолдану өте қолайлы және экономикалық жағынан тиімді қондырғы. Ластанған судың аз мөлшерде (тәулігіне 2-600 куб.м.) шығындайтын түрі. Биофильтратор аэрациялық(сорбциялық ) және түссіздендіру зоналарынан тұрады. Сорбциялық зонада пенопластан немесе ұқас материалдан жасалған перфорирленген айналмалы дисктер орнатылған. Дисктер айналу жиілігі 10-15 айн/мин мотор-редуктормен айналады.

Биотехнологияны интенсификациялау үшін биофильтрде струйная аэрация қолданылады. Механикалық тазалаудан өткен ластанған су аэрациялық зонаға түседі, ол жерге сонымен қатар түссізденген сұйықтың қоспасы мен циркуляциялық активті лай да түседі. Ол астыңғы жағынан насос арқылы алынып, струйный аэратор арқылы биофильтрдың аэрациялық зонасына шығарылады.аэрациялық зонадан кейінгі қоспа немесе ластанған су түссіздену зонасына түседі. Түссіздендіру зонасы үш отсекке бөлінген. Дегазациялық-тұндырғыш зонасында аэрациялық зонадан кішкентай газ көпіршіктері бөлініп алынады.Лайдың ірі бөлшектері тұндырғыштың түбінде қалып,аэрациялық жүйеге қайтып келеді. Одан кейін қоспа тұндыру зонасына түседі, ол жерде қатты және сұйық қалдықтардың бөліну фазасы жүреді. Бұл зонадан активті лайдың іріленген қалдықтары аэрация камерасына түседі. Осыдан кейін судың толық тазарғанын көреміз.

### Биобарабанды биореакторлар

Тазарту қондырғыларының биореакторы ретінде өткізгіш қабілеті тәулігіне 50-700 куб.м. ластанған суды тазартуға 5-6 бағаналы жартылай енгізілген айналмалы биобарабандар ұсынылған. Оларда көптеген поддондар болады. әр поддонда талшықты саптамаға жабысатын биопенкалы барабан кіргізілген. Барабанның айналуы кезінде микроорганизм биомассасының табиғи аэрациясы жүреді.

### Тұнбаларды өңдеу

Тұнбаны өңдеу-анаэробты микроорганизмдердің оттегі жоқ ортада тұнбадағы органикалық заттардың ыдырауы. Тұнбаны өңдейтін қондырғылар:

1. тұрғын үйлерге арналған биотуалеттер
2. септиктер (тәулігіне 20 куб.м. дейін)
3. екі қабатты тұндырғыштар (тәулігіне 1400 куб.м. дейін )

Екінші және үшінші типтік қондырғыларда ластанған суды тұндыру және тұнбаны өңдеу процестері жүреді.

Аэробты жағдайда аэробты микроорганизмдер арқылы тұнбадағы органикалық заттардың тотығуы жүреді. Қондырғыларға:

1. органикалық лақтаушылардың толық тотыққанға дейін аэрациясы ұзақ жүретін аэротенктер
2. анаэробты стабилизаторлар

Ластанған суларды залалсыздандыру

Залалсыздандырудың кең таралған түрі-хлорлау. Қазіргі кездегі кішкентай тазарту станцияларында құрамында активті хлор бар растворлардың дозасын дайындаудың типтері бар:

Бірінші типіне суды хлорлы известьпен немесе порошок түріндегі гипохлоритпен хлорлау жатады.

Екінші типіне электролитті натрий гипохлоритін дайындау үшін арналған электролизерлер жатады. Ас тұзынан алынған залалсыздандыратын хлорөнімдер алады.

Үшінші типіне суды тікелей электролиздеу арқылы залалсыздандыратын қондырғылар жатады. Бұл әдіс реагентсіз, яғни залалсыздандыратын заттар өңделіп жатқан суда кездесетін хлоридтердің электролитикалық ыдырауы нәтижесінде түзіледі.

Микрофильтрлер мен жуылатын фильтрлер

Микрофильтрлер-торлы айналмалы барабандар, олар кішкене суға кіргізіліп тұрады. Ластанған су барабанға кіріп, ластанған ішкі беті барабанның үстіңгі жағынан жуылып тұрады.

Жуылатын фильтрлер-резервуардың ішінде орнатылған торлы фильтрлейтін элементтер. Жұмыс істеу алдында фильтрге фильтрлейтін материалдың пульпасы енгізіледі. Осы материал суды тазартуда кішкене дозамен беріліп тұрады.

Биофильтрлер

Биофильтрлерде ластанған суды жасанды фильтрлейтін материалда биологиялық тазарту жасайды. Биофильтрлерге суды жіберу алдында септиктерде, торларда, песколовкаларда және екі қабатты тұндырғыштарда механикалық тазарту жүргізу керек. Судағы оттегінің пайдаланылуы биологиялық тазартудан кейін 250 мг/л аспау керек. БПК үлкен мәні болған кезде ластанған судың рециркуляциясын қарастыру керек.

Кішкене тазарту станцияларында жалпақ(плоскостные) немесе тереңдетілген биофильтрлерді пайдаланады. Жалпақ биофильтрлердің поливинилхлорид, полиэтилен, полистирол және басқа қатты пластмассаларды саптамалы блоктары пайдаланылады. Олар 6-30 град.С температураға дейін берікті болады. Биофильтрлер домалақ, тіктөртбұрышты тағы басқа пішінді болады.

Тамшылық (капельные) биофильтрлер-козғалмайтын биопленкалы аппараттардың кең қолданылатын түрі. Биомассасы саптаманың беткі жағында пленка түрінде өседі. Саптаманың негізгі ерекшеліктері-микроорганизм өсуіне қажет ауданның үстіңгі үлкендігі және ауа мен сұйықтың өтетін саңылаулардың үлкендігі. Процесс екі түрлі жолмен, яғни ұсақталған тасты саптама қолданғанда аз күшпен және пластмассалы саптаманы зор күшпен жүргізеді.

Ұсақталған тасты биофильтрлер 1,5-2,5 м тереңдікте домалақ немесе тікбұрышты болады. Домалақ биофильтрлердің диаметрі 40 м, ал тікбұрышты биофильтрлер ұзындығы 75 м Х ені 45 м. Ұсақталған тасты биофильтрлердің негізгі жұмыс істеу режимі-бір рет кана судың фильтрлер арқылы өтіп, тұндырғышқа түседі. Биофильтрлер рециркуляциямен немесе ауыспалы қос фильтрлеу режимінде жұмыс істейді. Мұндай типтің процестері ластанған суда қиын шығарылатын ластаушылардың мөлшері көп болғанда (ет және сүт өндіріс қалдықтары) толық тазалау үшін қолдануға болады.

Ауыспалы қос фильтрлеу жүйесінде фильтрлеудің екі бағыты және екі екіншілік тұндырғыш қолданылады. Потоктардың тізбегі 1-2 апта сайын өзгереді, сондықтан фильтрлердің жағдайлары қоректік заттардың мөлшеріне байланысты өзгереді.

Тамшылық биофильтрлердегі түзілетін биопленка экологиялық жағынан активті лайға қарағанда күрделірек. Бактериялар төменгі трофикалық деңгейді құрайды. Ластанудың бұзатын түрлері көміртекті тотықтыратын микроорганизмдермен бірге реактордың үстіңгі жағында,

ал нитрификаторлар оттегі мен қоректік заттарға бәсеке аз реактордың төменгі жағында орналасады. Қарапайымдылар, коловраткалар және нематодтар бактериялармен қоректеніп және жоғарғы түрлеріне (насекомдардың дернәсілдері) қорек ретінде болады. Түрлік құрамының дисбалансы аппараттың жұмысында қиындықтар туғызуы мүмкін.

Тез биофильтрлеуге қолданылатын пластмассалы саптаманың қасиеттері

Саптаманың типі	пластмасса	Көлемдік тығыздығы кг/м <sup>3</sup>	Беті, м <sup>2</sup> /м <sup>3</sup>	Саңылауларының болуы, %
Flocor R	Пластифицирленген емес поливинилхлорид	40	240	95
Flocor ES	Поливинилхлорид	38	83	98
Actifil 50E	полипропилен	55	124	-
Filter YTH1130		64	190	-

Тез фильтрлеуге қолданылатын пластмассалы саптаманың толық беті ұсақталған тасты саптамаларға қарағанда үлкен.

Биофильтрлерде ластанған суды жасанды фильтрлейтін материалда биологиялық тазарту жасайды. Биофильтрлерге суды жіберу алдында септиктерде, торларда, песколовкаларда және екі қабатты тұндырғыштарда механикалық тазарту жүргізу керек. Судағы оттегінің пайдаланылуы биологиялық тазартудан кейін 250 мг/л аспау керек. БПК үлкен мәні болған кезде ластанған судың рециркуляциясын қарастыру керек.

Кішкене тазарту станцияларында жалпақ(плоскостные) немесе тереңдетілген биофильтрлерді пайдаланады. Жалпақ биофильтрлердің поливинилхлорид, полиэтилен, полистирол және басқа қатты пластмассаларды саптамалы блоктары пайдаланылады. Олар 6-30 град.С температураға дейін берікті болады. Биофильтрлер домалақ, тіктөртбұрышты тағы басқа пішінді болады.

## 2. Метан түзуші бактериялардың ерекшеліктері.

Метан түзуші бактериялар немесе метаногендер 3,0-3,5 млрд. жыл бұрын пайда болған және өз даму шегі архей кезеңінде болды.

Қазіргі кезде бұл микроорганизмдер өте кең таралған, сонымен қатар олар анаэробты жағдайға тәуелді болады. Бұлар басқа бактериялармен бірігіп әр түрлі экологиялық мәселелерді: жиналған суларда, өзендік және көлдік ильде, мұхиттар мен теңіздер шөгінділерінде жасанды техникалық құрылыс –метанотенктерде, әртүрлі жануарлардың шайнау және асқорыту жолында органикалық заттардың деструкциясына белсенді қатысады. Бұлардың арасында кокктар, агрегаттар түзетіндер, сарциналарға ұқсайтындар, ланцет тәрізділер, таяқша тәрізділер мен жіпше тәрізділер болады. Олардың көп түрлері қимылсыз болады, бірақ кейбір түрлерінде талшықтардың болуына байланысты қимылдай алады.

Архебактор секілді метаногендер басқа прокариоттардан көптеген ерекшеліктері болыды: клетка компонентері бойынша, сонымен қатар клетка қабырғасы бойынша, оларда мурейн болмайды, май қышқылы болмайтын липидтердің болуында. Бейтарап липидтер құрамын көбінесе глицерин эфирінен және фитанол ұзын тізбекті спирттен тұрады.

Метан түзуші бактериялардың көптеген түрлері осы көрсеткіштер бойынша және ДНК дағы ГЦ мөлшері бойынша ерекшелінеді. Осыған байланысты оларды үш топқа бөледі. Ең көп зерттелген болып *Methanobacterium thermotrophicum*, *Methanosercina barkeri*, *Methanobrevibacter ruminantium*.

Барлық метан түзуші бактериялар – катал анаэробты болады. Олардың кейбіреулері мезофильді, басқалары 60-80 С оданда жоғары болғанда өсе алатын термофилдер. Мысалы термофильділерге жататын *M. Thermoautotrophicum*. Әр түрге жататын өкілдерге тән рН мөлшері 6,5-8,0 болып есептеледі. Кейбір штаммдар NaCl мөлшері 5-7% және одан көп жағдайда өсе алады.

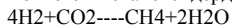
Күкірт көзі ретінде көптеген түрлері сульфитті пайдаланады, ал азот көзі ретінде – аммониді пайданылады. Кейбір түрлердің өсуіне ашытқы анализаторы және витаминдер жиынтығы қажет. Сонымен қатар кейбір метан түзуші микроорганизмдердің өсуіне ацетат және органикалық заттар қажет.

Бірақта бұл организмдердің көбі автотрофты, яғни көміртегі көзі ретінде көмірқышқыл газын пайдаланады. Көміртектің ассимиляциясы циклды емес жолмен жүреді. Осы процестің бастауы Көміртектің С2-косылыс ацетил-кофермент А (КоА)7

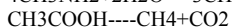
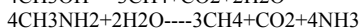
Ацетил-КоА ары қарай өзгеуі мына реакциялардың тізбегінен тұрады:

Ацетил-КоА ----- приуват ----- фосфоенолпируват----- оксалоацетат----- малат----- фумарат----- сукцинат----- сукцинил-КоА----- а-кетогутарат.

Көптеген метаногендердің түрлері метанды молекулалық сутегі және көмір қышқыл газынан түзеді:



ал кейбіреулері метанды көміртек 2 валентті газының синтездейді:



Зерттеулер бойынша, метаногендерде метан синтезі мембранада өтетіндігі анықталынды. Бұл процес мембраналық потенциалдың генерациясымен бірге жүреді және шыққан энергия АТФ-ке трансформалданады.

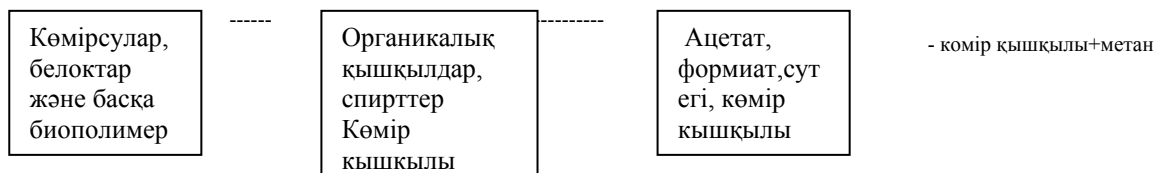
Осыларға қарап метан түзуші бактериялар ашу процесін жүзегі асырмайды, электрон ацепторы ретінде CO2 пайдаланып, анаэробты тыныс алу процесін жүргізеді.

Бірақта бір метан мольге екі мольден аспаайтын АТФ шығыны келеді. Сондықтан өз өмірлік өсуіне метан түзуші бактериялар метанның көп мөлшерін синтездеуі қажет. Көміртектің метаболізмдік қосылыстарының 100% інің 5-10% клеткалық материалға жұмсайды, ал қалған бөлігін метан түзуге кетеді. Метаногендердің ең маңызды қасиеті – анаэробты жағдайда басқа бактериялармен тығыз сембиз жағдайында, олардың өсуіне қолайлы жағдай туғызып, метан түзуіне және өсуіне қажет субстраттармен қамтамасыз ету болып табылады.

Осы сембиозға кіретін микроорганизмдер ішінде облигатты және факультативтік анаэробты Жоғарғы молекулалы және төменгі молекулалы заттардың ашу процесін жүргізетіндер жатады. Бұндай қоғамдастықтар табиғатта кең кездеседі және практикалық мақсатта қолданады.

Анаэробты жағдайда органикалық заттардың ыдырауы микроорганизмнің аралас культурасымен, сонымен қатар метаногендермен жүретін процессті екі кезеңге бөледі. Бірінші кезең, жиі екі этап болып жүреді, ол кезде органикалық заттар, молекулалық сутегі және көмір қышқыл газы түзіледі. Екінші кезеңде метан түзіледі.

Метанотенктер ішінде органикалық заттар түзушілерге *Enterobacteriaceae*, *Lactobacillaceae*, *Streptococcaceae* сонымен қатар *Clostridium*, *Butyrivibrio* және ашытудың басқа жолдары бар микроорганизмдер кіреді. Осындай органикалық қосылыстарды сірке қышқылына ауыстыруға белсенді қатысатын ацетогендер болып келеді. Органикалық заттардың микроорганизмдердің аралас культурасымен анаэробты жағдайда ыдырау процесі метанның түзілуімен бітеді.



### Метан түзуші бактериялардың қолдану салалары.

Метан түзуші бактериялардың маңызы өте зор. Себебі олардың тіршілік барысында түзілетін заттары адам өміріне өте қажет. Метан түзугіш бактерияларды пайдалануда негізгі екі сала бар:

1. Ластанған суларды метан түзгіш бактериялар көмегімен тазалау.
2. Биогаз өндіру.

Бұл екі саланың негізі осы метан түзгіш бактериялардың тіршілік барысында түзілетін заттарына және тіршілік процесстеріне байланысты болады. Олар рортадан органикалық заттарды ала отырып анаэробты жағдайда метан түзеді. Бірінші сала бойынша бұның маңызы өте зор. Себебі ластанған суларда органикалық заттар мөлшері өте көп болып келеді. Сол проблеманы шешу үшін осы метан түзуші бактерияларды қолдану өте тиімді болып келеді.

Ал биогазға келсек бұл өте үлкен және маңызды сала болып есептеледі. Бұл саланың адам өміріндегі маңызы өте зор. Осы процесс нәтижесінде түзілетін биогаз Ауыл шаруашылығында, тұрмыс-тіршілікте маңы шексіз.

#### 3.1. Биогаз өндіру және оның қондырғылары.

1776 жылы Вольтоа ең бірінші рет жиналған суда метанның түзілуін көрсетті. Осы процесс нәтижесінде алынған биогаз көптеген газдар қоспасы еді. Биохимиялық жағынан қарғанда метан бөліну процесі анаэробты тыныс алу болып келеді. Электрон донары ретінде органикалық заттардан басқа сутегі болуы мүмкін. Қатал анаэробты кезде метанды ароматты қосылыстардан алуға болады бұл процес табиғатта кең таралған болып есептеледі. Мысалыға қоқыстар мен ластанған суларды айтуға болады.

Барлық метан түзуші бактерияларға тән қасиет олардың сутегі және көмір қышқылы бар ортада өсе алуы, сонымен қатар оттегіге өте қатты сезімталдығы болып есептеледі.

Метанды ашу процесі су кірмейтін цилиндр тәрізді цистерналарда жүреді. Цилиндр үстінде газды жинауға арналған контейнер тұрады. Бұл контейнер ортаға оттегінің кіруіне жол бермейді. Цистерналар қыш кірпіштен, цементтен және бетоннан жасалуы мүмкін. Газ жинайтын тамдар нейлоннан жасалады. Газ нейлонды мөшекті толтырғанда ортадағы қысым көбейіп газ шығымы көбейеді. Ауыл шаруашылық қалдықтарды қолданғанда олардың қатты заттарымен сұйық заттар қатыныс бірдің бірге қатынасында болу керек.

#### 4. Ластанған суларды метан түзуші бактериялар көмегімен тазалау.

Анаэробты процестерді пайдаланып тазалау тәсілдері жоғарғы концентрациядағы органикалық заттар мен қалдықтарды ашыту процестері арқылы тазалауға негізделген. Бұл ашыту процессін жүргізуге арналған өндірістегі аппаратты метанотенк деп атайды. Органикалық заттарды биологиялық ыдырату Баркльдің схемасын пайдалану бойынша ол процесс екі сатыдан тұрады.

1. Қышқылды сатысы бар, себебі 50 дей түрлі микроорганизмдер қатысады.
2. Метандық саты. Метан түзгіш бактериялар қатысады. Бұл сатыларда әр бір анық белгілері бар микроорганизмдер топтары қатысады. Атап айтсақ, қышқылды сатыда органотропты микроорганизмдер көбімен осы саты атқырылады. Нәтижесінде, органикалық қышқылдар түзіледі. Мысалға, май қышқылы, органикалық қышқылдар, сонымен қатар, көмірқышқыл газы, аммоний иондар, күкіртті сутектер түзіледі. Негізінен төменгі микроорганизмдердің топтары қатысады. *Bacillus cereus*, *Bac. Megaterium*, *B. subtilis*, *Ps. Aeruginosa*, *Sarcina*. Екінші сатыда катал анаэробты микроорганизмдер негізгі метан түзуші бактериялар қатысады. Метан түзуші бактериялар морфологиялы әр түрлі болып келеді.

Метанотенк биоуеноздық тіршілік нәтижесінде қалдықтар мен ластанған суларды органикалық заттардың концентрациясын төмендетумен қатар, биогаз түзіледі. Метанотенктерде агрегатты анаэробтармен қатар, факультативті анаэробтар кездеседі. Жалпы бактериялар саны 1-15 мг/л болады. Метанотенктің соңғы сатысына қатысатындар литоглофтар болып есептеледі. Метанотенк кезінде микроорганизм көмегімен ыдыратылған органикалық заттар нәтижесінде биогаз түзіледі. Алатын биогаз мөлшері алғашқы тазалауға алынған қалдық заттардың құрамына молекуласына байланысты болады. Метан алуға температураның режимі негізгі роль атқарады.

### **Өндірісте иммобилизденген биокатализаторларды утилизация шығынында қолдану** **Иммобилизденген клеткаларды утилизация шығынында қолдану.**

Өртүрлі органикалық шығындардың утилизациясы, сұйық ағындардың өртүрлі өндірістік салалары, ауыл шаруашылықта адамдардың тұрмыс тіршілігінде ең қажетті, басты проблемалардың бірі, оның шешімін биотехнологиялық (микробиологиялық) әдіспен қайта бағалау қиын. Су тазартуда пестицидтердің мироорганизм-деструкторлары негізгі рольді атқарады. Ағын суларын микробиологиялық өңдеуде альтернативті энергоресурстарын және шикізатты алуға мүмкіндік туғызады, алайда өңдеудің өнімі көп жағдайда биогаз болып табылады. Кейбір биотехнологиялық тазарту процесінің масштабы үлкен: биореактор сымдылығы 4000-5000м<sup>3</sup> және одан да жоғары.

Биотехнология негізінде ағын суларын тазартуында 2 амал бар, ол біреуінде аэробты, ал екіншісінде анаэробты микроорганизмдер қолданылады. Аэробты тазартуда белсенді тұнбаны (биопенка) қолданады, онда өртүрлі микроорганизмдер жинақталып, экологиялық жағдайлармен реттеледі. Дамыған елдерде көп жағдайда аэробты тазартуды қолданады.

Белсенді тұнба кара-қоңыр үлпектерінің мөлшері мың микронға дейін көрсетеді, оның 70 пайызы (%) тірі организмдерден, 30%-ды неорганикалық табиғаттан тұрады.

Аэробты жолмен ағынды суды тазалау 2 аппараттық жүйеге негізделген, ол: аэротенк және екіншілік тұндырғыш. Аэротенк – ол ашық құрылыс, ол арқылы аэрацияланатын ағынды су және белсенді тұнба суспензиясы өткізіледі. Белсенді тұнбаның берілген технологиялық әдісін қолдану иммобилизденген клеткалармен байланысты. Алайда сонымен қатар белсенді тұнбаны қолданудың өндірістік әдістері бар, онда иммобилизацияны «таза» күйінде қолданады, бұл механикалық төзімділікке ие керамика, ұсақ тас, гравий, құм, керамзит, Рашиг сақиналары, шыны талшықтар, метал полимерлі материалдар сияқты саңылаулы тасымалдағыш бетіне бекітілген белсенді тұнба клеткаларының консорциумы бар, жасанды немесе табиғи циркуляциясы бар ыдыстар, биофилтрлер.

Техникалық микробиологияның және биотехнологияның көз қарасы бойынша суды биологиялық тазалау ерекше процесс болып саналады. Оның ерекшелігі өңделу барысында судың өте көп мөлшері кетуінде.

Биофилтрлерде қалдық сулардың тазарту тереңдігі және жылдамдығы аэротенктерге қарағанда жоғары болып келеді (жылдамдық 10-15 есе жоғары, толық тазалану жүреді), алайда тазаланып отырған сулардағы органикалық заттардың мөлшері 500 мг/л аспауы керек (себебі биофилтрдің толық аэрациясын жүзеге асыру қиын), сонымен қатар, қалдық сулар биофилтрлер алдында бос заттардан тазалануы керек, себебі биофилтрлер тез ластанып, тұнба пайда болады. Биофилтрлерді жеке тұнбалады тазалауға қолданған жөн.

Кейбір жағдайларда белгілі бір ластанудан тұратын қалдық суларды аэробты тазалау мәселесі туады, бұл жағдайда микроорганизмдер-деструкторлардың жоғары белсенді жеке таза дақылдарын қолданады. Иммобилизденген клеткалармен биологиялық тазалау процестері бос клеткаларды қолдануға қарағанда 2-20 есе ұлғаяды. Жақсы жағдайларда тазалау уақыты бірнеше сағатты құрайды. Ағын сулардағы органикалық заттардың мөлшері 10-1000 есе азаяды.

Тазалаудың анаэробты әдістері әдетте құрамында органикалық заттардың көп мөлшері бар жоғары концентрілі қалдық суларды және тұнбаларды өңдеуде қолданады. Ашу процесі метанотенкте жүреді. Органикалық заттардың анаэробты ауысуы бактериялық микрофлорасының өсерінен төрт жалғаспалы этаптан: биополимерлі молекулалардың (белоктар, липидтер, полисахаридтар және т.б.) жай молекулаларға мысалы, мономерлер, аминақышқылдар, көмірсутектерге гидролиздену фазасы, мономерлердің төменгі сатыдағы қышқылдарға және спирттерге, аммиак, күкіртке дейін ферментация фазасы, ацетондық фаза (H<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, формиат және ацетаттың түзілуі), соңғы өнім – метанның ыдырауына алып келетін метаногендік фазадан кейін жүреді. Метаннан басқа CO<sub>2</sub> түзіледі. Микроорганизмдердің метаногенді консорциумының өсерінің нәтижесінде микробтық биомассаның синтезі үшін энергия тасмалдағыш және субстрат ретінде қолданылатын биогаз түзілумен қатар қалдық суларда органикалық ластанушылардың концентрациясының күрт төмендеуі жүреді. Органикалық қалдықтарды ашытуда метаногенезді қолдану қазіргі уақытта экологиялық және энергетикалық проблемаларды шешудің болашағы бар жолдың бірі.

Иммобилизденген клеткалары бар метанотенктердің қызметінің тиімділігі бос клеткаларға қарағанда 2,5-3 есе жоғары болып келеді, алайда иммобилизденген клеткалармен жүретін процестердің кемшілігі олар еритін органикалық заттарды қайтадан өңдеуге бейімделген. Осы тұрғыдан иммобилизденген биомассасы бар метанотенктер тағам өнеркәсібінің, мысалы, сүт өңдейтін, спирт зауыттары, целлюлозды-қағаз және т.б. қалдық суларын өңдеуге қолайлы болып келеді.

Бөлек және маңызды мақсат болып мұнаймен ластанған орталардағы көмірсутектердің және олардың туындылардың биодеградация процестері саналады. Мұнай өндірісінің қалдық суларын әдетте физикалық әдіспен немесе коагулянттармен тазалап алғаннан кейін биологиялық әдіспен тазартады.

Ең күрделі экологиялық мәселелердің қатарына суды металлдардан (кадмий, қорғасын, мыс, уран, плутоний, тритий) тазарту мәселесі жатады. Бұл мәселені шешудің биотехнологиялық принципі металлдарды аккумуляциялайтын микроорганизмдердің және микробалдырлардың иммобилизденген клеткаларды қолданудан тұрады. Қалдық суларды металлдардан тазалаудың өндірістік қондырғылары АҚШ пен Венгрияда қолдануда. Оларды қолданудың экономикалық тиімділігі өте жоғары: қалдық суларды тритийден тазалау барысында альгинат немесе каррагинан гелдеріне иммобилизденген клеткалардың 10 г қолдану 1 г платиналық катализатордың өсеріне эквивалентті болып келеді.

Кейбір микроорганизмдер (алтын өндіретін кен орындарынан бөлініп алынған мицелиальді саңырауқұлақтар және бактериялар, сонымен қатар ашытқылар) техногендік жағдайларда қарпайым күйінде немесе и-иондары түрінде кездесетін алтынның аккумуляциялауға қабілетті. Адсорбцияланатын алтын кейбір жағдайларда клетка қабығының маннанымен байланысады.

Техникалық микробиология және биотехнология бойынша судың биологиялық тазаруы (сонымен қатар микроорганизмдердің иммобилизденген клеткалар көмегімен) ерекше процесс болып табылады. Оның ерекшелігі өңделуге судың көп мөлшерінің қолданылуында.

## Топырақтың фиторемедиациясы және ауыр металдардың гиперкумулятор- өсімдіктерінің ерекшеліктері

Ауыр металдар (АМ) ең көп таралған және қоршаған ортаны ластандыратын қауіпті заттарға жатады, олар өсімдіктерге зиян келтіреді. Қазақстанда ірі кәсіпорын орталықтары бар мекендерде өсімдіктердің АМ иондарымен ластануы экологиялық проблемаға айналды. Ауада, суда, топырақта, өсімдіктер және жануарлар ағзаларында 100 зиянды заттар барлығы тіркелген, сонымен қатар тағам байланысында олардың көшуі байқалады: "ауа" – топырақ - өсімдік – жануар – адам". Өсімдіктерді тексергенде көп бөлігінде АМ-дың қалыпты жағдайдан бірнеше есе көп екендігі байқалды. Өндіріс мекемелерімен шектесетін жердегі бидайдың құрамында қорғасынның мөлшері қалыпты мөлшерден 5 есе көп, картопта қорғасын мен мырыш – 5-7 есе, сүтте – 6-12 есе, ірі қара мал жануарларының ішкі органдарында қорғасын мен кадмий – 5-14 есе, тағам құрамында қорғасын – 2-4 есе, адам қанында кадмий – 6-8 есе көп.

Бірнеше жылдар бойы құрамында өмірге қауіпті АМ бар, АМ-мен ластанған жайда өсірілген ауылшаруашылық дақылдарын тағамға пайдаланған адамдардың денсаулығына, ағзада әрдайым АМ жинақталатындықтан, қауіп төнеді.

### АМ ластанған топырақтың фиторемедиациясы

Адамдар мен жануарларға әсер етіп уландырушы АМ алдын алу жолдарының бірі – топырақты тазалау. Қазіргі кездегі ең тиімді жолдарының бірі топырақ фиторемедиациясы, яғни топырақты гиперкумулятор-өсімдіктер арқылы тазалау. Физикалық, химиялық тәсілдерге қарағанда бұл әдіс арзандау әрі тиімді, қауіпсіз. Әдебиеттер мәліметіне сүйенсек, секіше әдіспен (физикалық, химиялық тәсілдер) топырақты тазалау әр гектарына 30\$ -350\$ , ал өсімдік көмегімен топырақты тазалау әр гектарына 160\$.

"Гиперкумулятор" термині жай өсімдіктерге қарағанда металдарды 10-100 есе жинақтайтын өсімдіктерге арналған. Бұл өсімдіктер топырақтағы уландырғыштарды шығарып, ластанған топырақтың қайта қалпына келуіне жағдай жасайды. Гиперкумулятор- өсімдіктер АМ ластанған топыраққа эндемикалы және басқа ластанбаған топырақтағы өсімдіктермен бәсекелеспейді. Металдардың өсімдікпен жинақталуы қоршаған ортаның қатты ластануы жағдайында өсімдіктердің тіршілік ету стратегиясы.

АМ гиперкумулятор- өсімдіктер әдеби мәліметтерден белгілі: *Ambrosia artemisiifolia* (толық жапырақты амброзия), *Thlaspi rotundifolium*, *Thlaspi caerulescens* (ярутка), біршама мөлшерде Zn, Cd, Pb жоюшы. Ni гиперкумуляторға *Alyssum* (бурачок) және *Arabisopsis* (резушка) жатады. Соңғысы зерттеуге ыңғайлы, себебі оның өмірі қысқа және хромосомдары да аз.

Көбінесе АМ гиперкумулятор- өсімдіктер аз өнім беретін кішкентай арамшөптер. Қазіргі таңда генетикалық биоинженерия көмегімен жақсартылған әрі жоғары өнім беретін *Alpine penicstess* өсімдіктері әйгілі, олар жылына 500 кг/га мырыш және 6-8 кг кадмий жұтады.

Cd және Zn-пен ластанған топырақтың фитомелиоранты есебінде қолданылатын *T. caerulescens* өсімдіктер құрамында 2,5 және 0,2% құрғақ салмағына сәйкес Cd және Zn болады. Осы өсімдіктердің көмегімен ір гектардан 125 кг Zn және 10 кг Cd шығаруға болады. Мырыштың нарықтағы құны килограммына – \$ 1,33, кадмийдің құны – \$ 4,6 болғанда, 1 гектардан алынған бұл металдардың нарықтық құны \$ 200.

Жер бетіндегі органдарда құрғақ Zn, Ni, Se, Cu, Co, Mn, As әйгілі гиперкумулятор- өсімдіктер 1%-ға дейін және 0,1% Cd жиналады, ал Pb, Cr металдары мұндай мөлшерде жиналмайды. Өкінішке орай, Pb ластанған топырақтың барлығында болады, бірақ өсімдіктер арасында қорғасынның тиімді аккумуляторы табылған жоқ. Басқа элементтер үшін фиторемедиация әдісінің инженерлік альтернатива алдында артықшылығы бар. Бұл Zn + Cd,

137 60 90

137

Ni, Se, Cu, Co, As және Cs, Co, Sr тәрізді бірнеше радионуклид. Cs фитокстракцияға қатысты өсімдіктің дұрыс өсуін талап етуші калий, Cs жұтуға әсер етеді. *Amaranthus retroflexus L* (ширица запрокинутая) Cs көп мөлшерде аккумуляциялайды. Ортада қажетті шамада K бар Cs –ты гиперкумуляциялауға қабілетті генотиптерді таңдап алу бағытында жүргізілген зерттеулердің дамуы, бұл элементтерді ластанған топырақтан фиторемедиация лауға (шығаруға) мүмкіндік береді. As, Sr тәрізді элементтерден топырақты тазарту жөнінде мәлімет аз.

Фиторемедиация технологиясына *фитокстракция* (өсімдіктерді топырақтағы металдарды шығару үшін пайдалану), *фитовалитализация* (өсімдіктерді топырақтағы химиялық элементтерді шығару үшін пайдалану), *ризофилитрация* (ағын судағы металдарды шығару үшін өсімдіктердің тамырын пайдалану) және *фитостабилизация* (өсімдіктерді топырақтан шығармай-ақ металдардың уландырғыштығын азайту мақсатында пайдалану) енеді.

*Фитовалитализация* Hq және Se, және As үшін қолданылады. Модификацияланған ген Hq-редуктаза (*mercury –reductase*) бактериядан *Arabisopsis thaliana* (резушка Талья) өсімдігіне алмастырылған.

Трансгенді өсімдіктер сумен топырақтан Hq ұшырып жібереді. Метил -Hq мен диметил - Hq бөлуге қабілетті экспрессия алу бағытында зерттеу жүріп жатыр. Сынаптың органикалық байланысы қатердің негізгі көзі, себебі липофилді құрамдары жануарлар мен жыртықш құстар ағзасында аккумуляцияланады.

*Фитостабилизация* екі элемент Pb және Cr үшін мүмкін. Қуатты ұзын тамырлы өсімдіктер тиімді. Қатты ластанған Pb/ Zn топырақта өсетін *Agrostis capillaries* (шашақты полевица) тамыры Pb және P пироморфитын құрайды, бірақ қалай пайда болатыны белгісіз. *T. rotundifolium* (ярутка круглолистная) Pb *Zea mays* (жүгері) жинағы болады, фосфор мөлшері аз болғанда және рН төмен болғанда қорғасынды жинайды. Хелатир агентін (НЕДТА, ЕДТА) қосу Pb еруін тездетеді, жер бетіндегі органдарда Pb құрамы 1%-ға жетеді, ол Pb шығарып алуға мүмкіндік береді. *Raskin* қызметкерлерімен ластанған топырақта Pb "ризофильрация" жүргізу үшін өсімдіктерді қолдану әдісін анықтады. Pb тамырда жинайтын өсімдіктер оны төмен жайылдырмай, ұстап қалады. Бұдан шығар қорытынды топырақты өсімдік (Fe гидроксиді, Mn оксиді, Mn фосфат, әк) көмегімен қалпына келтіру жердің эрозияға ұшырауының алдын алады, яғни бұл ластанған топырақты фиторемедиациялау әдісінің бір түрі.

Ризофилитрация әдісі Cr үшін қолданылады. Топырақта 10000 мг Cr /кг бар Cr 3+ қауіп тудырмайды, ал Cr 6+ түрінде ол топыраққа және басқа организмдерге қауіпті. Өсімдіктер тамыры Cr 6+ -ны Cr 3+ ке айналдыруда үлкен рөл атқарады.

Фиторемедиацияны тиімді дамыту үшін әр элементті жеке қарастырылған жөн. Авторлар өсімдіктердің генетикалық қасиетін ескеру үшін агрономиялық тәсілмен қарау керек дейді. Кейбір элементтерді тамырлар жұтады да олар ұшады, мысалы диметилселенид пен сынап.

Фиторемедиацияны тиімді жетілдіру үшін топырақты қоспалардың көмегімен жақсарту қажет.

### Ауыр металдардың гиперкумулятор- өсімдіктерінің сипаттамасы

Зерттеушілер гиперкумуляторға тән бірнеше сипаттама береді.

1) Өсімдіктер тамырлар мен жер бетіндегі органдардың жоғары мөлшердегі элементтеріне төзімді болуы керек. Гиперкумуляцияны жүзеге асырудың мүмкіндігі үлкен төзімділік (тұрақтылық). Төзімділік вакуолды компартментация мен хелатир нәтижесі дейді авторлар. Бұл темекі клеткаларын мысалға келтіре көрсетілген.

2) Өсімдіктер тамырдан жер беті организмдеріне өте алатын болуы қажет. Нормада жер беті органдарына қарағанда Zn , Cd немесе Ni тамырда 10 не одан көп . Бұл гиперкумуляторлардың АМ иондарын жер беті органдарына бөлу қабілеті.

3) Өсімдіктер металдары көп мөлшерде жұтуы қажет. *T. caerulescens*- те табиғи жағдайда 1-4% Zn, басқаларда -0,05 % Zn бар. тәжірибе Zn- гипертотерантты *T. caerulescens* типі қалыпты өсу үшін көбірек Zn болуын қалайды.

Қазіргі кезде R. Brooks-тің анықтамасы бойынша АМ гиперкумулятор-тары болып жер беті органдарында мырыш (Zn) > 10 000, қорғасын (Pb) > 1000, кадмий (Cd) > 100 мг/г жинақтайтын өсімдіктер болады. АМ жинақтамайтын -өсімдіктер ластанбаған топырақта Zn , Pb және Cd < 100 < 10 және < 1 мг/г сәйкес, ластанған топырақта Zn < 1000, Pb < 100 және Cd < 10 мг/г сәйкес. бір түрдің бірнеше түрде жайылуы металл жинақтау белсенділігіне байланысты. зерттеуші Верт В. пен қызметкерлері (2002) ластанған және ластанбаған жерде өсетін *Arabisopsis halleri* (резушка Галлера) өсімдігінің бірнеше түрлерін зерттеді. Өсімдіктердің ондаған түрлерінің Zn , Pb және Cd иондарын жинақтауын

сынады. *Arabidopsis halleri* өсімдіктерінің ондаған түрлері ластанған топырақта, өскен мееніне қарамастан металдарды жинақтайды. Ластанбаған ротада өнген өсімдіктерде металл қоры төмен. Бұларды сулы ортаға әкелген кезде де олардың Zn және Cd-ге гипераккумуляторлық статусы дәлелденді.

Осындай нәтижені Е. Ломби (2000) қызметкерлерімен алды. Ол Ұлы Британия мен Франция *T. caerulescens* өсімдігінің 4 популяциясын өсуін салыстырды және Zn және Cd-ді жинақтау қабілетін дәлелдеді. Бір түрдің әр жерде өскен бірнеше түрінің жайылуы бірдей топырақта кездескенде металды әрқилы жинақтайды.

Авторлар *T. caerulescens* өсімдігінің популяциясы Zn және Cd-ді жұтуымен ерекшеленеді дейді. Бұл факт басқа авторлардың *T. caerulescens* Zn және Cd-ді жұту қабілеті бірдей деген пікірлерін жоққа шығарады. Гипераккумуляторларда (Zn) толығатыны анықталды, берілген металдың мөлшері белгілі бір мөлшерден аспайды. Бұл факт Cd-ді (Хамон Е.1999) анықтады. Авторлар бұл фактіні өсімдіктің тамырынан жер бетіндегі мүшелеріне таралуымен шектелуімен түсіндіреді. Мұндай жағдайда металдың зияндылығын өсімдікке дарытпайтын қорғаныс механизмі жұмыс істейді.

Авторлар гипераккумулятор- өсімдіктердің икемділігін тексергенде кейбір маңызды сәттеріне тоқталған.

Мистер Crath (1998) авторлар әртүрлі өсімдіктердің гипераккумуляторлық икемділігін тексергенде оның салмағындағы металды ғана тексермей, ол тұрған аумақтағы металды жұтқандығын анықтауға назар аударған. Егерде бір түрінде металл жер бетіндегі мүшелерінде көп болса, енді бірінде металл мөлшері жер бетіндегі мүшелерінде аз болған. Өсімдіктегі белгілі бір аумақтағы мөлшерін анықтау арқылы өсімдіктің гипераккумуляторлық белсенділігін анықтауға болады. Топырақтың құрамындағы металдың мөлшері де оның жер бетіндегі бөлігінде металл көп болуына әсер етеді. Гипераккумулятор- өсімдіктер үшін мұның маңызы зор.

Өсімдіктің гипераккумуляторлық белсенділігін дәл анықтау үшін оның металл концентратына төзімділігін анықтау қажет.

Фиторемедиацияны дамыту үшін металды шоғырландыру мен жер бетіндегі көлемін ұлғайтудың қайсысы тиімді деген сұрақ туады. Егер *Zea mays* (жүгері) мен *Brassica juncea* өнімі құрамында Zn көп болса рН төмен болатын топырақта өсірсек, онда өнім 50%-ға төмендеп кетеді. Қалыпты жағдайда егін гектарына 20 т. болады, ал Zn+ Cd (100мг Zn : 1 мг Cd-дан өсімдікке зиян келіп, өнімділігі төмендейді. Егін өнімділігі төмен болса да гектарына 5 тонна құрамындағы мырыш 125 кг/га құрайды.

Өсімдіктердің АМ гипераккумуляцияға төзімділігін арттыру үшін зерттеушілер өсімдік клеткаларында протеиндер мен пептидтерді байланыстыратын металдың артуы өсімдіктің тұрақты өсуіне оң әсер етеді деп болжауда. Гипетолерантты өсімдіктерді зерттегенде олардың гипер төзімділігі (ФХ.23) синтезіне байланысты екендігі анықталды. Фитехеминаттың пайдалылығы оның металға төзімділігімен анықталады. Фитехеминаттың (ФХ) көп болуы Cd жер бетіндегі мүшелеріне тасымалдауға септігін тигізеді.

### **Фиторемедиацияның Қазақстанда даму болашағы.**

Қазақстанда да ауыр металдардың гипераккумулятор- өсімдіктерін анықтау бағытында зерттеу басталды. Себебі қоршаған ортаның ластану проблемасы көп қырлы да оны шешу жолдары әрқилы. Аликүлова З.А. мақаласында АМ иондарының холератты биосинтезіндегі күкірт пен нитраттар маңызды рөл атқарады, әрі молибдоферменттердің гипераккумулятор- өсімдіктердің өсу жылдамдығы мен шикі массасының ұлғайған кездегі рөлі. Б.А. Сарсенбаеваның басқаруымен зертханада қызметкерлері Шығыс Қазақстан территориясында өсетін дөңді дақылдар мен жабайы түрлерінен АМ гипераккумулятор- өсімдіктерін анықтау мақсатында зерттеу жүргізуде. Бұл бағытта мына өсімдіктер *Agropyron repens* (пырей ползучий), *Bromus inermis* (костер безостый), *Agrostis alba* (полевица белая) болашақта қажет болуы мүмкін. Қосымша мәлімет бойынша *Agrostis alba*, *Setaria viridis* (щетинник зеленый) Р.Врокс (1998) топтастыруы бойынша Pb гипераккумуляторына жатқызуға болады, бұл тұр табиғи ортада жер беті органдарының 1000 мг Pb/кг жинақтаған. *Zonchus arvensis* (осот полевой), *Matricaria chamomill* (ромашка) (сем. Compositae), *Bromus inermis* (сем. Poaceae) өсімдік түрлері жер үсті органдарында қажетті мөлшерден тыс Zn жинақтайды, онда жинақтамайтынды (Zn < 1000мг/г): 6500,1460,1900мг/кг. Бұл түрлер нақты мәлімет беру үшін гипераккумуляторлық статусын анықтауды қажет етеді. Қазақстанның металлургия заводтарының қасында өсетін, кеңінен таралған дақылды өсімдіктер (пырей, овсяница, костер, мятлик, тимофеевка, полевица, ежа), металдардың гипераккумулятор- өсімдіктерін зерттеудің объектісі бола алады.

Сонымен әдебиеттерге шолу жасай отырып байқағанымыз, АМ гипераккумулятор- өсімдіктерінің төзімділік қабілетін биохимиялық, биофизикалық тұрғыдан қосымша зерттеу қажет. Pb мен Cr үшін гипераккумулятор- өсімдіктерді анықтау үшін қосымша зерттеу жүргізу қажет.

АМ гипераккумулятор- өсімдіктерінің түрлерін анықтау топырақтың техногенді уландырғыштармен ластану проблемасын шешуге қолайлы жағдай жасайды. Сонымен қоса АМ гипераккумулятор- өсімдіктері – АМ -ға өсімдіктерді зерттеу, төзімділігін, жұту механизмін, жинақтау және улы азайтудың үлгісі бола алады.

### **Ферма қалдықтарынан биогаз өндіру**

1. Биогаз өндірісі
2. Биогаз өндіру әдістері
3. Метан түзуші бактериялар
4. Үндістан, Қытай және басқа да елдерде жасалған тәжірибелер

Қазіргі кезде газ тәрізді және сұйық отын алу үшін металлургиялық кәсіпорындардың қалдық ағын суларынан микроорганизмдердің тіршілік ету процестерін пайдалана отырып метанды бөліп алу өнеркәсіп салалары дамуда.

Ауыл шаруашылығында биогаз алу үшін арнайы ферменттер немесе навозға арналған ор пайдаланылады. Мұнда метан алу үшін ашыту процестері анаэробты жағдайда өтеді. Биогаз өндіру әдісінің негізі метан алу болып табылады. Ол 2 кезеңнен тұрады: 1-ші этапта азот сақталады және құнды сапасы бар тынайтықштар алынады; 2-ші биогаз (метан) өндірісі.

Биогаз ауыл шаруашылығы және үй шаруашылығында энергия көзі ретінде қолданылады.

Биометаногенез 3 тап бойынша орындалады:

1. органикалық заттардың еруі және гидролизденуі,
2. ацидогенез,
3. метаногенез.

Метаногенез процесіне бактериялардың 3 тобы кіреді: 1-ші тобы күрделі органикалық субстратты май, пропион, сүт қышқылдарына айналдырады; 2-ші тобы осы органикалық қышқылдарды сірке қышқылына, сутек пен көмірқышқыл газына айналдырады; 3-ші тобы сутегін сіңіре отырып көмірқышқыл газын метанға айналдырады.

Метан түзуші бактериялар морфологиялық жағынан әртүрлі болып келеді: кокк, таяқша және спираль тәрізді.

Олар: *Methanobacterium formicicum*, *Methanobacterium spirillum*, *Methanobacterium sarcina barkeri*, *Methanobacterium ruminatum*.

Метанды ашу су өткізбейтін цилиндрлі цистернада - дайджестерде өтеді.

Дайджестерлерді лайдан дайындалған кірпіштерден, бетоннан және болаттан жасайды.

Оптимальді қорытылу нейтральді жағдайда – рН 6,0-8,0, 30-40<sup>0</sup> немесе 50-60<sup>0</sup> С аралығындағы температурада өтеді.

## УРАН ЖӘНЕ НИТРАТТАРДАН ДЕНИТРАФИКАЦИЯЛАУШЫ БАКТЕРИЯЛАРМЕН ТАЗАЛАУ.

### Металдардың биосорбциясы.

Металдарды биосорбциялау негізінде олардың микроорганизм клеткаларының беткі құрылымдарымен, микробты метаболитермен және экзополимерлермен өзара әсерлесу процесстері жатады.

### Металдардың экзополисахаридтермен сорбциялануы.

Бактериялардың экзополисахаридтері ерітіндіден металдарды белсенді түрде аккумуляциялайды. Төменде олардың ерітінділерден түсті металдар мен реактивті элементтерді шығару үшін қолданудың мысалдары келтірілген.

#### *Zoogloea ramigera* экзополисахаридтері.

**Биомассаны дайындау.** Көмірсу бар ортада экзополисахаридтердің үлкен мөлшерін түзетін, *Zoogloea ramigera* 115 (ATCC 25935) дақылын қолданды. Көрсетілген штамм триптиказасоялық агарда периодты енгізілуді ұстап тұрады, ал биомассаны ферменттерде өсіреді, ондағы көрнекті ортаның құрамы глюкоза, калий дигидрофосфаты, калий гидрофосфаты, аммоний хлориді, магний сульфаты, жеті молекулалық су, ашытқы концентраты 0,01 26 °C температурада, 800 айналым/минут араластыру және ауамен үрлеу керек. дақылдау мерзімі 120сағат. Жаппы шыққан 3 литрлік биомассаның 17,5 г/л дақылды орта 2,5 г/л барлық клеткалар, ал 15 г/л экзополисахаридтер құрайды.

Биомассаны дақылды сұйықтықтан центрифугалау немесе кезекті дикантациялаймен тұндыру арқылы бөліп алмайды. Тұнбаны дистилденген сумен шаяды да тәжерибеге пайдаланады. Жуылған препарат қатырып ұстаған жағдайда сақтала, өзін қасиетін жоғалтпайды. Мысалы: кадмий мен уранның сорбциялануы. Жуылған биомассаның шамамен 0,83 г ( құрақ биомассаға шаққанда) жұғындысы жеке металдар тұздарының немесе олардың коспаларының белгілі бір концентрациясын ерітіндіге қосады. 0,05 моляр натрий бараты ерітіндісін қолдана отырып, РН ерітіндісін жасайды. Сосын ерітіндіні 15 минут бойы араластырады. Биомассаның қанығуы мен оның флукуляциясы 15 ішінде жүзеге асады және алдағы экспозиция уақытының ұлғаюы сорбленген металдардың концентрациясын өзгертеді.

### Эмульсан және эмульсанзол

Эмульсан - негізгі компоненті N-ацетил - Д – галактозамин (25%) және N-ацетил – аминурон қышқылы (33%) болып табылатын полианиоды гетеропоолисахарид. Эмульсан металға қатысаты сорбциялық белсенділік көрсетеді және биосорбент ретінде гомогенді сулы ерітінді түрінде де, көмірсутекті эмульсия (эмульсанзол) түрінде де қолданыла алады. Уранның сорбциялануы кезінде эмульсанзолдың белсенділігін осындай эмульсанды көтереді. Эмульсанды алу. Эмульсанның продуценті *Acinetobacter calcoaceticus* RAG-1 ( ATCC 31012) дақылды. Дақылдауды этанолды ортада асырады. Дақылды сұйықтықтан эмульсанды күкірт қышқылды аммонийді тұссыздандырумен бөліп алады. Эмульсанның таза препараттарын алу үшін келесі әдісті қолданады. Дақылды сұйықтықты бактерия клеткаларынан бөліп алады, буландырады, алынған құрғақ затты қыздырылған этанолмен жуып, оны тұссіздендіреді, сосын 80% этанолды ерітінді де кальций нитраты қаныққа ерітіндісін қоса отырып, 90% этанолды тұндырады. Эмульсанның тұнбасы 80% этанолда ерітіп, қайтадан тұндырады. Алынған эмульсан препараттарын түні бойы 4° C 0,02 тұз қышқылына қарсы және дистилденген суға қарсы кезекті диализді ыстық фенол ерітіндісімен өңдеу арқылы белоктардан тазалайды. Көрсетілген тәсілмен эмульсанды бөліп алу мен тазалау кезінде оның диполимерленуі жүрмейді. Алынған препарат бір, екі % белокпен, 3% золды элементтерден тұрады.

Уранның эмульсанмен байланысуы. Эмульсан (1 мг/мл) мен уранил нитраттың (0,2-1,7 мг/мл) сулы ерітінділерін ір сағат бойы араластырышта араластыру арқылы 27° C инкубациялайды. Эмульсанды мембраналық сүзгіш қолдана отырып, ультрасүзгі ерітінділерінен өткізеді. Нәтижесінде ерітіндіде  $UO_2^{2+}$  құрамы 100 мкг/мл болады. оның 90% эмульсанмен байланысады. 1 мг эмульсанның максималды сорбуиалықсыйымдылығы 0,9 мк  $MO_2^{2+}$  бір валентті және екі валентті катиондар  $Na^+$ ,  $NH_4$ , K, Mg, Cs, Ca, Cd, Ba, Rb эмульсанның уран оксиді ионының байланыстру қабілетіне маңызды әсер етпейді.

#### Уранның эмульсанзолмен байланысуы.

Эмульсанзолдың уран оксиді ионның байланыстыру қабілетін зерттеу үшін, 1 мл жана дайындалған эмульсанзолді  $UO_2^{2+}$  әкті концентрациясы бар уранилнитрат ерітіндісінің кең көлемімен араластырады және 18-20 сағат 23°C температурада стационарлы жағдайда икубациялайды, сосын эмульсанзолді 8000 Д 20 минут бойы ультрафугалап, уранның концентрациясын сулы фазада анықтайды. Эмульсанзолды  $UO_2^{2+}$  - ні байланыстыру белсенділігі эмульсанзолды едәуір көтереді және келес  $UO_2^{2+}$  көрсеткіштер бойынша сипатталады.

### Микроорганиздер биомассасы негізіндегі биосорбенттер.

#### Ерітіндіні уран мен нитраттардан денитрофикациялаушы бактериялардан тазалау.

Тас көмір бөліктеріне иммобилизденген денитрофикациялаушы бактериялар өндірістік аған суларды уран мен нитраттардан тазалау үшін қолданады.

Уранның сорбциялануы. Иммобилизденген биомассаны алу үшін денитрофицирлеуші бактериялардың аралас дақылын қолданады. Дақылдауды реакторларда мөлшері 30-60 минут антоцит бөлшектері бар сұйық ортаның қайнаған қабатында жүзеге асырады. Көрнекті орта ретінде көміртек пен энергия көзі азот концентрациясы 250-500 г/м<sup>3</sup> және натрий нитраты 500-550 г/м<sup>3</sup> этанол қосылған нитратты өндірістік ағын сулар қолдануы мүмкін. Реакторда 25°C температурад ұсталып тұрады. Бактериялар көмір бөлшектерін жауып тұратын пленка түрінде өседі. Иммобилизденген массаның салмағы құрғақ биомассаның салмағынан 5-10% асып кетпеуі қажет. Артық биомассаны жою үшін, диаметрі 30 см . SWEKO маркалы вибруациялы тарсыл арқылы бөлшектер мен клеткаларды өткізу керек. тарсыл арқылы өткен иммобилизденген биомассалы бөлшектер ортадан центрифугалау немесе сүзу арқылы бөліп алады және уранның биосорбциясы үшін пайдаланады. Лабораториялық жағдайларда тәжерибелер периодты тәртіп бойынша 250 мл Рленмейер колбасында «Нью-Брунсвик» фирмасының көлемі 7 л араластырылған және РН, темпаратураны бақылауға арналған қондырғымен қамтылған ферментерлерде немесе араластыру, ауа үрлеу арқылы жүзеге асатын, түбі конусты 7 л цилиндрлі сыйымдылықты ферментерлерде жүргізеді.  $UO_2(NO_3)_2$  белгілі концентрациясына не ертіндіде РН =4, ерітіндінің иондық күші =1 ұсталып тұрады, мұнда азот қышқылын аммоний гидрат тотығын және натрий нитратын пайдаланады. Температураны 40°C ұстап тұрады. Бұл ертіндіге иммобилизденген клетка суспензиясын енгізеді, тұнба бетіндегі сұйықтықтан қалған концентарациясы анықтайды.

Тең көлемді үлгіде бір уақытта биомассаны анықтайды. Бұл үшін биомассамен қапталған көмір бөлшектерін центрифугалау арқылы ерітіндіден бөліп алады, бекітілген биомассаны жою үшін сумен жуады, 105°C температурада 24 сағат кептіреді, бөлме температурасына дейін салқындатады. Сосын бұл үлгілерді иммобилизденген биомассалар десорблену үшін 4 сағат бойы 4 молярлы натрий гидроксидіне батырып қояды. Көмірдің тазаланған бөліктерін сумен шаяды. 24 сағат 105 ° C температурада кептіреді, суытады да, іліп қояды. Берілген тәжерибелік жағдайларда 15 минут ішінде 1 г құрғақ салмақ бойынша 0,14 г уран сорбциялайды. Температураны 25°-50°C өзгерту уранның сорбциялау белсенділігіне әсер етпейді.

Уранның биосорбциясын үздіксіз түрде диаметрі 5 см, биіктігі 1м шыны түтіккі колонналы типті реакторды жүргізеді. Биосорбенттің бөшектері реактордың беткі бөлігіне тұрақты жылдамдықпен беріледі. 25 г/м<sup>3</sup> уран бар ерітінді реактордың төмен жағына келеді. Уранмен байланысқан биосорбенттің бөлшектері реактордың бірден жойылатын түбіне тұнады. 0,5 г/м<sup>3</sup> уран бар тазаланған ерітінді реактордың жоғарғы бөлігіне шығарлады. Процесі 22-24° C температура кезінде жүзеге асады. Биосорбция шін РН оптималді 3,0-4,0 аралығында болады. 8 минут байланысуда 98% уран сорбцияланады.

Ағын суларды нитраттардан тазарту.

Өндірістік ағын сулар, оның ішінде ядролық жанармай өндірісі кезінде пайда болатын ағын сулар нитраттардан тазалауды қажет етеді. Бұл үшін нитраттарды газ түзуші азоттарды айналдыруды жүзеге асыратын денитрафикациялық бактериялар қолдануы мүмкін. Ханчер және т.б. антропогендік бөлшектеріне иммобилизденген денитрафикациялық бактериялардың аралас дақылдарын қолданған. Денитрафикация процесі диаметрі 5-10 см, биіктігі 6 м дейін, Пирекс айнеінен жасалған колонналы реакторларда жүзеге асады. Реакторлар ұзындығы 60 см қатты фазаны алмастыру үшін және пайда болған газдарды жою үшін қажет секциялардан тұрады. Иммобилизденген клеткалармен тасушы реактордың жоғарғы бөлігін түседі. Тас көмірдің бөлшектері бактерия клеткаларының түбіне шөкпей, көп жиналған ертінде ілінген жағдайда ұсталып тұрады. Клетканың өсуінің нәтижесінде бөлшектер толықтай бактерия пленкасымен жабылады. Сонымен бірге натрий нитратты құрайтын ортаға бөліну қиынай түседі, газ көпіршіктерімен қорланған бөлшектер реакторды көректік ортаның жоғарғы бөлігіне барады. Ол жерде оларды кезікті жойып, диаметрі 0,5 мм вибрациялы тарсыл арқылы өткізеді, сосын қайтадан циклге оралады. Егер иммобилизденген клеткалардың концентрациясы бөлшек тасмалдаушының салмағы 5-10% аспаса едәуір белсенді процесс жүреді. Көмір бөлшектеріне бекітілмеген клеткалар тазаланған су ағысымен реактордан беткі бөлігі жойылып кетеді. Процесс 22 °С температурада жүзеге асады.

### Қорытынды.

Белгілі микроорганизмдердің темір тотықтыру қабілеттері соңғы 20 жылда тау, кен өндірісінде оларға деген қызығушылықтарды туғызды. Уран табиғатта сульфид түрінде кездеспейді. Оның негізгі  $UO_2^{2+}$  формасы перидпен жиі байланысады. Сілтілену еритітін  $UO_2SO_4$  тұзын беретін темір сульфат (III) қатысуымен жанама, ал  $2UO_2 + O_2 + 2H_2SO_4 \rightarrow 2UO_2SO_4 + H_2O$  деңгейі бойынша уранды тотықтыратын *T. ferrooxidans* көмегімен тура жүреді.

### Мұнай қосылыстарын микробиологиялық жолмен тазалаудың негізі.

Қоршаған ортаның мұнай және оның өнімдерімен ластануы қазіргі таңдағы күрделі мәселелердің бірі болып табылады. Таралу ауқымы, ластау көздері және қоршаған ортаның барлық компоненттеріне бір мезгілдегі жүктеме көлемі бойынша қандайда болмасын улы ластаушыларды мұнаймен салыстыруға болмайды.

Мұнай - молекулалық массасы әртүрлі ароматты көмірсутектер, циклоалкандардың (нафтендер) және алкандардың (парафинді немесе ациклды қаныққан көмірсутектер) және де көмірсутектің оттекті, күкіртті және азотты туындыларының күрделі қоспасы.

Мұнайдың негізгі компоненті болып табылатын көмірсутектер (98%-ға дейін) төрт класқа бөлінеді:

1. Парафиндер (алкандар) (жалпы мұнай құрамының 90%-на дейін) - тұрақты қаныққан қосылыстар  $C_nH_{2n+2}$ , молекулалары көміртегі атомдарының түзу немесе бұтақталған тізбегімен сипатталады.
2. Циклопарафиндер (нафтендер) - қаныққан циклдық қосылыстар  $C_nH_{2n}$ , сақинасында 5-6 көміртегі атомдары болады (жалпы мұнай құрамының 30-60%). Молекуласындағы екі көміртегі атомы алкилді топтармен  $-CH_3$ ,  $-C_2H_5$  және т.б. алыстырылуы мүмкін. Мұнайда циклопентанмен циклогексаннан басқа бициклдық және полициклдық нафтендер кездесуі мүмкін. Бұл қосылыстар өте тұрақты және биоыдырауға ұшырауы қиын.
3. Ароматты көмірсутектер (жалпы мұнай құрамының 20-40%) бензол қатарына жататын қаныққан циклдық қосылыстар, нафтендерге қарағанда сақинасы 6 көміртегі атомына кем болады. Бұл қосылыстардағы көміртегі атомдары да алкилді топтармен алмастырылуы мүмкін. Мұнайда молекуласы бір ароматты сақина түріндегі (бензол, толуол, ксилол) үшқыш қосылыстар, бициклді (нафталин), трициклды (антрацен, фенантрен), полициклды (мәселен, 4 сақиналы пирен) көмірсутектер болады.
4. Олефиндер (алкендер) (жалпы мұнай құрамының 10%) - түзу немесе бұтақталған тізбегі бар, әрбір көміртегі атомы молекуласында бір немесе екі сутегі атомы болатын циклсыз қаныққан қосылыстар.

Мұнайда 5%-ға жуық оттекті қосылыстар болады, олардың ішінде бастапқы орын монокарбон қышқылдарымен оксикышқылдардың үлесінде. Мұнайдың күкіртті қосылыстарына күкірттісутек, меркаптандар, сульфидтер, дисульфидтер, және де құрылысы әртүрлі полициклды күкіртті қосылыстар жатады. Азотты қосылыстар негізінен азотты негіздермен және пиридин, гидропиридин және гидрохинолин гомологтарымен келтірілген. Мұнайдың құрамына сонымен қатар күкірт және оттегісі бар жоғары молекулалы смолалы қосылыстар кіреді: нейтральды смолалар, асфальтендер, асфальтен қышқылдары және оның ангидридтері. Жеңіл мұнайларда (бакинских и эмбенских) асфальтендер аз, ал смолалар мөлшері 5%-ға жетеді, ал ауыр мұнайларда асфальтендер біршама, ал смолалар 40%-ға дейін. Әдетте бейорганикалық қоспалар мөлшері жоғары емес, мұнайдың әр түрінің элементарлы құрамы өзгермелі.

Қоршаған ортаның мұнай және мұнай өнімдерімен ластануының жоғарылауы табиғи экожүйелердің, биологиялық тепе-теңдіктің және биоәртүрліліктің күрделі бұзылыстарына әкеледі. Осыған орай, өздігінен тазалану процестері күрт баяулап, тек микроорганизмдердің жекелеген топтар арасындағы қатынастар ғана емес, сонымен қатар метаболизм бағыты да бұзылады: тынысалу, азотфиксация, нитрификация процестері тежеледі, целлюлоза бұзылады, қиын тотығатын өнімдер жиналады, өсімдіктердің органикалық қалдықтарының мөлшері азаяды, олар өз кезегінде микроорганизмдер қорегінің маңызды факторлары болып табылады.

Мұнай және мұнай өнімдері флора мен фауаның функциональді активтілігінің толық депрессиясын туғызып, биологиялық тізбектің барлық деңгейіне жағымсыз әсер етеді.

Қоршаған ортаның мұнай және мұнай өнімдерінен өздігінен тазалануында физико-химиялық процестер маңызды роль атқарады, бірақ толық деструкция жүзеге аспайды. Ол тек мұнай тотықтырушы микроорганизмдердің қатысуымен жүзеге асады.

### 1. Мұнай қосылыстарын микробиологиялық жолмен тазалаудың негізі.

Мұнай көмірсутектерін пайдаланатын микроорганизмдер топырақ және су биоценоздарының қалыптасуы компоненттері болып табылады. Мұнай тотықтырушы микроорганизмдердің түрлі жағдайларда әртүрлі биоценоздарда таралуын көптеген авторлар зерттеген. Бірқатар зерттеушілер мұнаймен ластанған экожүйелерді тазалау процестеріндегі көмірсутегін тотықтырушы микроорганизмдердің шешуші ролін сипаттаған. Қазіргі кезде көмірсутегін тотықтыру қабілетіне ие мицелиялы саңырауқұлақтардың, ашытқылардың және бактериялардың 100-ден аса туысы бөлініп алынған. *Corynebacterium*, *Arthrobacter*, *Brevibacterium* туыстарының өкілдері Калифорния су жағалауларынан, Нью-Джерси бұғазынан, Жаңа Шотландия және Аляска жағалауларынан табылған.

Гаас А.С. Көмірсутегін тотықтырушы бактерияларды әртүрлі топырақ және су пробаларында таралуын зерттеп, бактериялар мөлшері үнемі 100 мың.кл/мл-ден жоғары болатындығын байқаған.

Таусон И.В. тіпті шөлді жерлердің топырағында көмірсутегін тотықтырушы бактериялардың болатындығын мәлімдейді. Топырақтың мұнаймен ластанған жерлерінде бұл организмдер өздерінің дамуы үшін жағымды жағдай табады. Және жалпы топырақ микробтарының көбі белсенді болады.

Мұнаймен ластану, түрлік әртүрлілік және су қоймаларындағы мұнай тотықтырушы микроорганизмдер мөлшері арасында тығыз байланыс бар екендігі анықталған. Үнемі мұнаймен ластанатын теңіз су жағалауларында 50%-ға дейін микроорганизмдер жекелеген көмірсутегілерді және олардың қоспаларын тотықтыруға қабілетті.

Түнбалардағы мұнай тотықтырушы микроорганизмдердің таралуын зерттеген ғалымдар грунттардағы көмірсутегі мөлшерімен микроорганизмдер мөлшері арасында тікелей тәуелділік бар екендігін көрсетеді және олар қыспен салыстырғанда жазда көбірек болады. Қарапайым су қоймаларында да жағымды корреляция анықталған. Жылдың суық мезгілінде жазғы уақытқа қарағанда көмірсутегін пайдаланатын микроорганизмдер сирек кездеседі.



### 3. Микроорганизмдердің мұнай көмірсутектеріндегі метобализмі.

Әдебиеттерде мұнай өнімдерінің микроорганизмдермен пайдаланылуының биохимизміне арналған зерттеулерге қатысты мақалалар көп болғанымен, бұл процестің біршама жақтары, әсіресе кинетикасы мен механикасы әлі толық ашылмаған. Және жекелеген авторлардың мәліметтері сәйкес емес. Бұл эксперимент жүргізу әдістерінің, мұнай өнімдерінің қасиеттері мен құрамының, микроорганизм түрлерінің әртүрлілігімен түсіндіріледі. Мәселен, Керстен Д.К. көмірсутегін тотықтыратын бактериялардың екі типін ажыратады:

- тек көмірсутегісі бар минеральды орталарда дамитын және басқа органикалық қосылыстарды пайдаланбайтындар.

- Көмірсутегілері бар минеральды орталарда және басқа органикалық қосылыстары бар орталарда дамитындар. Соңғылары көбірек кездеседі.

Кейбір зерттеушілер мұнай тотықтырғыш микроорганизмдерді үш топқа бөледі:

- 1) негізінен n- алкандарды ыдыратушылар
- 2) ароматты көміртектерді ыдыратушылар;
- 3) изоалкандарды және басқа да көміртектерді пайдалануға қабілеттілер.

Бактериялардың әсеріне оңай ұшырайтындары мұнайдың алифатикалық көмірсутектері. Теңіз суынан көміртегінің жалғыз көзі ретінде қалыпты құрылымды  $C_7$ ,  $C_9$ - $C_{10}$  алкандарды игеретін *Pseudomonas* штамдары бөлініп алынған, бірақ бұл бактерия штамдарының бірде біреуі  $C_8$ -ді тотықтыра алмаған. Тиссе Г. және оның қызметтестерімен бөлініп алынған *P.aeruginosa*ның екі штамы қалыпты көмірсутектерді игеру қабілетіне ие болғанымен циклды қосылыстарды қиындықпен игерген. Бірақ көміртек тізбегі біршама ұзын, ал бүйірлік радикалды аз көмірсутектер де кейбір микроорганизмдермен тотығады, бірақ бұл процестің жылдамдығы жоғары емес.

Зерттеушілер арасында көміртегі тізбегінің ұзындығы  $C_5$  тен  $C_{10}$ -ға дейінгі көмірсутектерді микроорганизмдердің пайдалануы қиындықтар туғызады деген пікір қалыптасқан. Сонымен қатар жеңіл n-алкандар кейбір бактериялардың және ашытқылардың дамуын тежейді деген мәліметтер бар. *Mycobacterium lacticolum* штамы суреттелген, ол көміртегінің жалғыз көзі ретінде метан, бутан, октан, декан, додекан, пентадеканды пайдаланады, бірақ бензалда мүлде дамымайды.

Әртүрлі микроорганизмдердің 2000 дақылдарына жүргізілген зерттеулерде *Pseudomonas*, *Achromobacter*, *Flavobacterium* туыстарының өкілдерінде көміртегінің жалғыз көзі қалыпты алкандар болатын орталарда өсу қабілеті көрсетілген. Авторлар көмірсутектерді игеру қабілеті полисахаридтерді ыдырату қабілеті сияқты таксономиялық белгі болып табылады деп есептейді.

*Pseudomonas* туысына жататын бактериялар төмен қайнайтын n-алкандарды игеру барысында өсуге қабілетті, және автор бұл құбылысты сұйық жеңіл қайнайтын көмірсутектердің бактерия клеткаларының липидтерін ерітуімен байланыстырады. Тізбегінің ұзындығы орташа бұл дақылдарда көмірсутектерге қатысты тандамалылық сирек кездеседі. Кейбір авторлар төмен қайнайтын n-алкандар цитоплазмалық мембраналардың қабыршақтануын тудырады деп есептейді. Фредерик П.М және Фукс Г.В. осы ойды қолдайды, оны көмірсутек молекуласында көміртегі тізбегінің ұзындығының әртүрлі болуымен түсіндіреді. Кестер мен Фостер бұл феноменді жекелеген көмірсутектердің ұлылығымен немесе олардың метабализм өнімдерін микроорганизмдердің пайдалана алмауымен түсіндіруге болады деп есептейді. Мак-Кенна Е.Ж. және Каллио Р.Е. жеңіл қайнайтын n-алкандардың буының жоғары порциальды қысымы микроорганизмдерге кері әсер етуі мүмкіндігін көрсетеді.

Корнелли Т.В. су экокүйелерінің жоғары деңгейде ластануы кезінде, яғни мұнай беткі қабатта пленка немесе жекелеген дақтар түзгенде көмірсутектердің диструкциялауда микобактериялармен артробактерлердің маңызы зор деп есептейді. Олар мұнай пленкаларын пайдалана отырып n-алкандарды тотықтыру қабілетіне ие.

Аэробты термофильді бактерияларға индивидуальды алкандардың  $C_6$ -

$C_{10}$  өсерінің сипаты бактерия түріне, дақылдау температурасына және көмірсутек тізбегінің ұзындығына байланысты өзгеріп отырады.

Микроорганизмдердің көмірсутектерді игеру механизмі жайлы түсініктер бірқатар әдебиеттерде келтіріледі. Мәселен, Дэвис Ж.Б. n-алкандарды тотықтырудың мүмкін болатын үш жолын көрсетеді:

- 1) Спирт, альдегид және монокарбон қышқылын түзе отырып метил топтарын монотермиальды тотықтыру;
- 2) Сәйкес метилкетонның екіншілік спиртін түзу арқылы монотермиальды тотықтырудың варианты ретінде тотықтыру;
- 3) Дитерминалды тотықтыру, онда n-алканның термиальды топтары майлы дикарбон қышқылын түзе отырып тотығады. Фосьер Ж.В. көптеген микроорганизмдер үшін n-алкан тізбегінің соңғы көміртегі атомының тотығуымен сипатталатын көмірсутектердің монотермиальды тотығуы тән деп есептейді. Нәтижесінде біріншілік спирт, альдегид, монокарбонды қышқыл түзіледі. Басқа зерттеушілерде n-парафиндердің тотығу жолы монотермиальды болуы мүмкін деп есептейді. Сенец гептаны бар ортада өсірілген *Pseudomonas* клеткаларының көмірсутек, біріншілік спирт, альдегид және май қышқылына бейімделгендігін, ал сәйкес дикарбон қышқылына бейімделмегендігін дәлелдейтін тәжірибелер нәтижелерін келтіреді. Автор мұны көмірсутектердің монотермиальды тотығуына дәлел ретінде қарастырады.

Детерминалды тотығу кезінде микроорганизмдер  $C_{10}$ -  $C_{18}$  көмірсутектерді ыдыратқан, нәтижесінде май қышқылдарының бета тотығуында пайда болатын сәйкес дикарбон қышқылдары түзілген. Процесс келесі кезеңдерді өтеді: біріншілік спирт – май қышқылы – сәйкес оксикышқыл- сәйкес дикарбон қышқылы.

Алифатикалық көмірсутектердің микроорганизмдермен игерілуі жайлы мәселелер жан-жақты және терең зерттелуде. Әр автордың алған нәтижелеріндегі өзгешеліктер зерттеу әдістерінің өзгешелігімен, алынған штамдардың ерекшелігімен және олардың физиологиялық белсенділігімен түсіндіріледі.

### 4. Микроорганизмдердің мұнай қосылыстарынталғап сіңіруі.

Көміртектік қоректенудің жалғыз көзі ретінде ароматты көмірсутектерді пайдаланатын микроорганизмдердің таралуын, және мұнайдың ароматты көмірсутектерін микроорганизмдердің игеру механизмін көптеген ғалымдар зерттеген. Ароматты көмірсутектер (фенол, толуол) тірі организмдерге өте төмен концентрацияда (0,6%) әсер етеді. 2%-тен жоғары мөлшерде олар алкандармен алкендерге қарағанда жоғары экотоксикалыққа ие.

Зерттелген ароматты қосылыстарды пайдаланатын микроорганизмдер штамдарының көпшілігі n- алкандарда дамымайтындығы анықталған. Бірақ, бірен сран дақылдар оларда өсе алады, мәселен Коновальчиков, Мазоер және Сенец бөліп алған *P.aeruginosa*. Сонымен қатар, кластридиялардың анаэробты клеткаларының толуолдың әсеріне толеранттылығын дәлелдейтін мәліметтер бар.

Ароматты заттардың ферментативті ыдырауы бойынша мәліметтер Дэгли С. шолуларында келтіріледі. Сакиналардың ыдырауына кінде екі гидроксиль тобынан тұратын құрылымдардың түзілуі септігін тигізеді. Осындай көмірсутектердің тотығуы ароматты сакиналардың дигидроксиленуімен жүзеге асады. Ароматты көмірсутектер- нафталин, бензол, толуол, этилбензол сәйкес цис және диоксидигидротуындыларына дейін тотығатындығы анықталған. Одан кейін, дегидрогеназалардың қатысуымен сәйкес дифенолдарға дейін түрленеді. Бензолдың микробтық тотығуының мысалында оттегінің екі атомының субстратқа бірігуі көрсетілген. Дэгли С. Жапон зерттеушілерінің жұмыстарының негізінде ароматты сакиналардың диоксигеназды ыдырауының үш типін бөліп көрсетеді.

Әртүрлі өзендермен су қоймаларында мұнай көмірсутектерін тотықтыратын бактериялардың ішінде *Pseudomonas* туысының өкілдері көптеп анықталған. *Pseudomonas* туысына жататын бактериялардың әртүрлі мұнай көмірсутектерін игеру қабілеті бірқатар жұмыстарда сипатталған.

Батыс Украинаның мұнай кен орындарының топырақтарынан нафталин игеретін бактериялар бөлініп алынған, олар негізінен *Pseudomonas*: *P.aeruginosa*, *P. Fluorescens*, *P. Putida*, *P. Boreopolis* туысының өкілдері. Бірқатар қасиеттері бойынша оқшауланған штамдар түрлерге қарағанда көмірсутектік қоректенудің жалғыз көзі ретінде нафталинге қатысты қатан спецификалыққа ие.

Красильников Н.А. мәліметтері бойынша Өлі теңізінің беткі пленкасында мұнайды белсенді пайдаланатын *Pseudomonas* және *Mycobacterium* туысының өкілдері доминанттылыққа ие. «Глоба Асими» танкерінің аврияға ұшырауы салдарынан мазутпен ластанған Балтық теңізі мен Курск бұғазының суларынан негізінен *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Mycobacterium*, *Arthrobacter* туыстарына жататын көмірсутектотықтырушы штамдардың 755 түрі бөлініп алынған. Кейбір авторлардың пікірлері бойынша *Pseudomonas* туысының өкілдері тұзды су қоймаларының мұнаймен ластануымен күресуде белсенді роль атқарады.

Ресейдің әртүрлі климат зоналарының микрофлораларын зерттеу, мұнай тотықтырушы микроорганизмдердің кең таралғандығын көрсетті. Олардың көпшілігі мұнай мен алкандардың күшті эмульгациясына септігін тигізетін беттік активті заттарды продуциялайды. Баренц теңізінің мұнай тотықтырғыш микроорганизмдері 5 туысқа жатқызылған: *Basillus*, *Bacterium*, *Pseudomonas*, *Pseudobacterium*, *Micrococcus*. Квасников Е.И. және т.б мұнай өнімдері бар Қара теңіз түбіндегі тұнбалардан *Micrococcus*, *Brevibacterium*, *Rhodococcus*, *Acinetobacter*, *Pseudomonas* туыстарына жататын жүзге жуық дақылды бөліп алған.

Әдебиеттерге талдау әртүрлі көмірсутектерді тотықтыратын микроорганизмдердің ішінде *Pseudomonas* туысына жататын бактериялар ең белсенді деп қорытындылауға мүмкіндік береді. Бұл туыстың өкілдері табиғатта өте кең тараған, сондықтан оларды барлық жерде кездеседі десе де болады. Бұл олардың табиғаты әртүрлі қосылыстарды игеру және осыған орай әртүрлі экологиялық жағдайларда өсу қабілеттерімен байланысты. Олар теңіздерде, бұғазыларда, тұщы су көлдерінде, мұнай кен орындарының пласт суларында, және де қайнар көздерде табылған.

#### **Қорытынды.**

Өндіру және пайдалану масштабтарына қарай қоршаған ортаның ең кең тараған ластаушыларына мұнай және мұнай өнімдері жатады. Олар өзінің табиғи экожүйелерге тигізетін әсері бойынша қауіптілердің қатарына жатады.

Мұнаймен ластануды микробтық ыдырату – олардың су және топырақ экожүйелерінен элиминациясына септігін тигізетін маңызды процестердің бірі. Микроб клеткасының ерекше биохимиялық ұйымдасуы оны полифункционалды энзиматикалық белсенділікпен қамтамасыз етеді, соның арқасында микроорганизмдер энергетикалық және конструктивті метаболиттерінде мұнай көмірсутектерін көміртегі көзі ретінде пайдалана алады. Микроорганизмдердің осы қабілеті мұнаймен ластанған объектілерді микробиологиялық жолмен тазалаудың негізін құрайды. Күрделі көмірсутектерді қарапайым және зиянсыз түрге дейін минерализациялау процестерін жүзеге асырудағы басты роль хемоорганотрофты микроорганизмдердің үлесінде. Қазіргі кезде мұндай деструктор микроорганизмдерді іздестіру, егер белгілі бір субстратқа бейімделген микрофлораны пайдаланса мақсатты түрде жүргізілуі мүмкін. Осындай бейімделу үшін жағдайлар мұнаймен ластанған топырақтарда, активті лайларда, тазалағыш құрылғыларда және әртүрлі химиялық өндірістің шайынды суларында тууы мүмкін.