ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ
ӘЛ-ФАРАБИ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ
Биология және биотехнология факультеті

Лекция №6

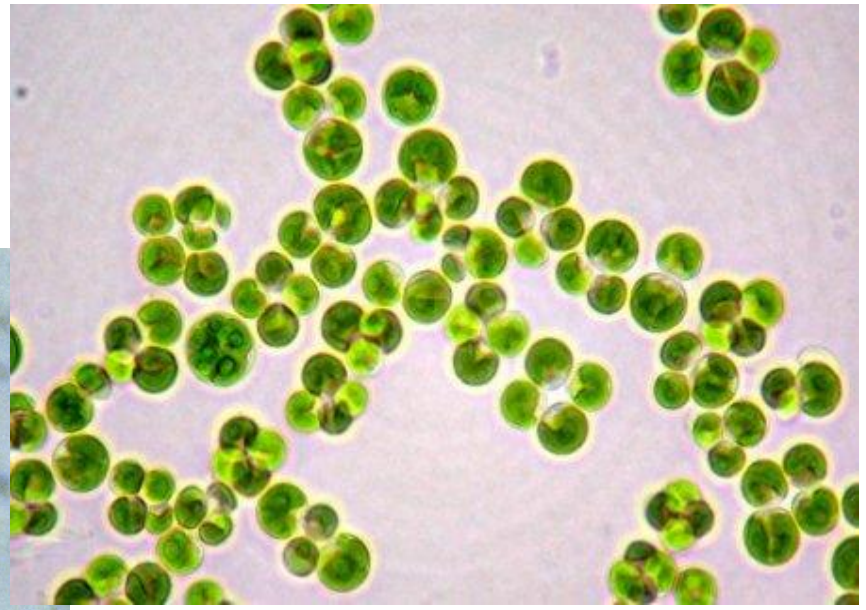
Ластанған суларды фототрофты микроорганизмдерді пайдаланып тазалау процесстері (альготенк)

Дәріскер: Какимова Ардак Болатовна

Фототрофты микроорганизмдер – микроорганизмдердің ең үлкен топтарының бірі. Олар жарық энергиясын пайдалана отырып, көмірқышқыл газы мен басқа да қарапайым қосылыстардан әртүрлі органикалық заттар түзеді, яғни біздің планетамызда жүретін биологиялық үдерістердің ішінде маңызды орын алатын фотосинтез процесін жүзеге асыра алады. Көптеген фототрофты организмдер молекулалық азотты сіңіреді. Фототрофты микроорганизмдер негізінен су қоймаларында кең тараған. Бұлар органикалық заттардың жиналуында, сондай-ақ табиғаттағы күкірт пен азот айналымында үлкен рөл атқарады. Фототрофты микроорганизмдер биологиялық ағынды су тазарту жүйелерінде кеңінен қолданылады, өйткені олар ластаушы заттарды жоя алады, органикалық қосылыстарды өңдейді және суды оттегімен қанықтырады.







Фототрофты микроорганизмдер

Эукариотты

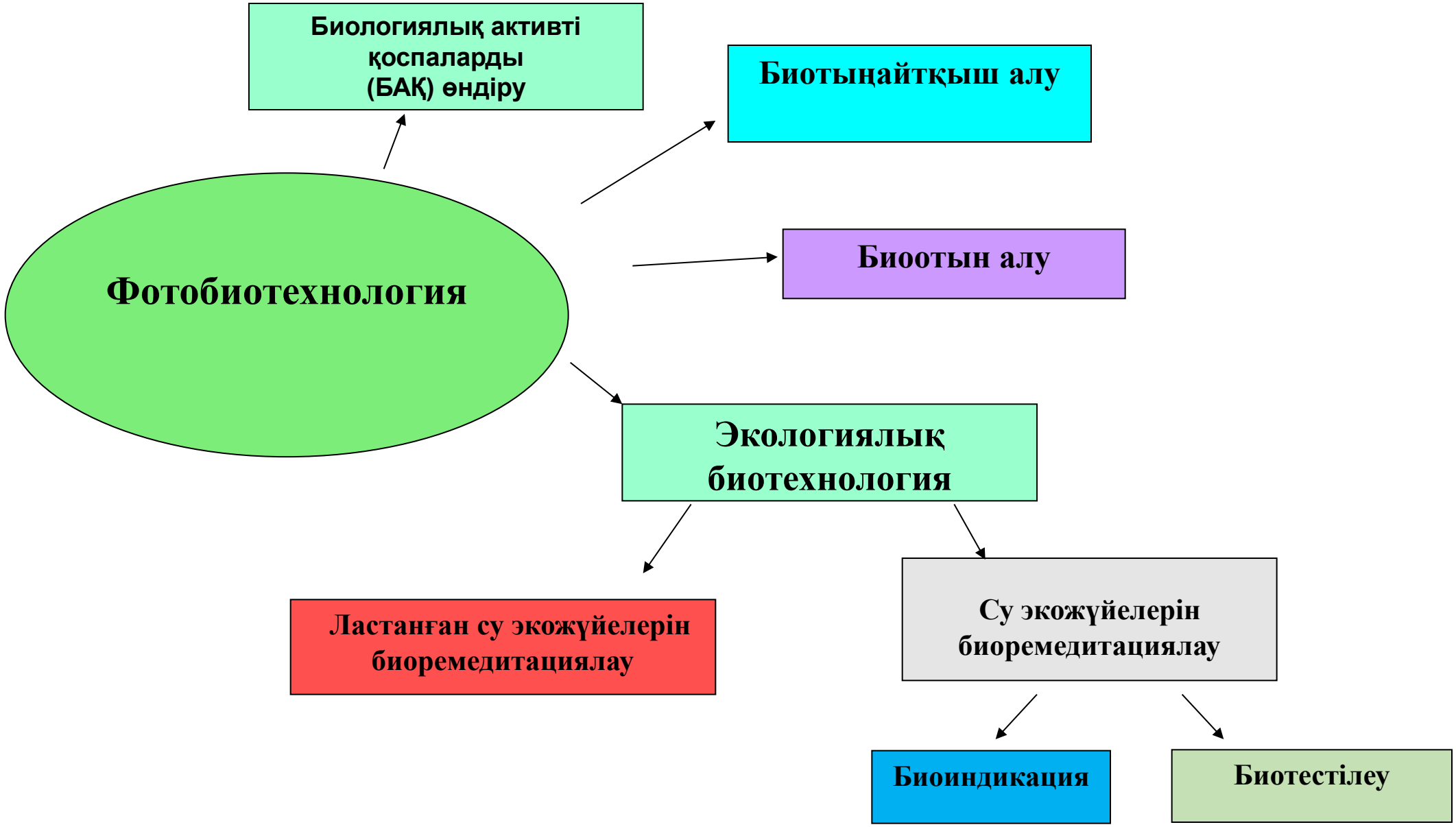
- Қызыл микробалдырлар
- Жазыл микробалдырлар
- Диатомды микробалдырлар
- Эвгленалы микробалдырлар

Мысалға:
Chlorella, Scenedesmus, Chlamydomonas, Euglena, Porphyridum, Cyanidium

Прокариотты

- **Цианобактериялар**
- **Жасыл бактериялар**
- **Пурпурлы бактериялар**
- **Гелиобактериялар**
- **Прохлорофиттер**

Мысалға:
Spirulina, Anabaena, Nostoc, Prochloron Oscillatoria, Heliobacterium


Биологиялық активті қоспаларды (БАҚ) өндіру
Биотыңайтқыш алу
Фотобиотехнология
Биоотын алу
Экологиялық биотехнология
Ластанған су экожүйелерін биоремедитациялау
Су экожүйелерін биоремедитациялау
Биоиндикация
Биотестілеу

Фототрофты микроорганизмдердің қолданылуы

Биоэнергия
Биодизель; био-май; биогаз; сутегі; биоотыннан алынған электр энергиясы.



Экологиялық шешім
Биосенсация және бақылау; сарқынды суларды тазарту және қайта пайдалану; CO_2 секвестр.

Биоматериалдар және құнды өнімдер
Пигменттер; фармацевтикалық препараттар; нутрацевтикалық препараттар; биопластикалық биополимерлер; смарт нанокұрылымды материалдар.

Альготенк – бұл ағынды суларды фототрофты микроорганизмдерді, мысалы, микробалдырлар мен фотосинтездеуші бактерияларды пайдалану арқылы тазартатын биотехнологиялық жүйе. Бұл жүйеде микроорганизмдер ластаушы заттарды сіңіріп, оларды өсуі үшін пайдаланады, сондай-ақ суды әрі қарай тазартуға ықпал ететін оттегіні бөледі.

Суды тазартуда келесі функцияларды орындайды:

Оттегі өндіру – судағы аэробты бактерияларға қолайлы орта жасайды.

Биогенді элементтерді (N, P) сіңіру – азот пен фосфорды пайдалану арқылы эвтрофикацияны төмендетеді.

Ауыр металдарды адсорбциялау – кейбір балдырлар ауыр металдарды сіңіріп, оларды зиянсыз түрге айналдырады.



Альготенктің жұмыс істеу принципі:

- **Ағынды судың берілуі** – ластанған су альготенкке түседі.
- **Микроорганизмдердің өсуі** – балдырлар мен бактериялар азотты, фосфорды, органикалық заттарды және ауыр металдарды сіңіреді.
- **Фотосинтез** – микроорганизмдер оттегіні бөліп шығарады, бұл органикалық ластаушылардың тотығуына ықпал етеді.
- **Биомассаның тұнуы** – микроорганизмдер көбейіп, биомасса түзеді, оны алып тастауға немесе қайта пайдалануға болады.
- **Тазартылған суды шығару** – су ластаушы заттардан тазартылады және оны қайта пайдалануға немесе табиғи су қоймаларына ағызуға болады.

Ластанған суларды тазалау сатылары



Фототрофты микроорганизмдер көмегімен ластанған суларды тазалау

Балдырлардың өндірістік қалдық суларды және қала канализациясының ластанған суларын тазалаудағы рөлі өте маңызды. Биологиялық көлшіктерде ластанған суларды тазалау кіші көлемді қалаларда тиімді және арзан тәсілдердің бірі болып табылады. Ластанған тұрғын тұрмыстық қалдық суларды микробалдырлар көмегімен альголизация жүргізу нәтижесінде тазалап, жиналған маңызды биомассаны ауылшарушылығына пайдалану қазіргі кездегі қалдықсыз технологияның негізі болып отыр. Суды тазалауда бактерия-балдыр кешенін қолданады.

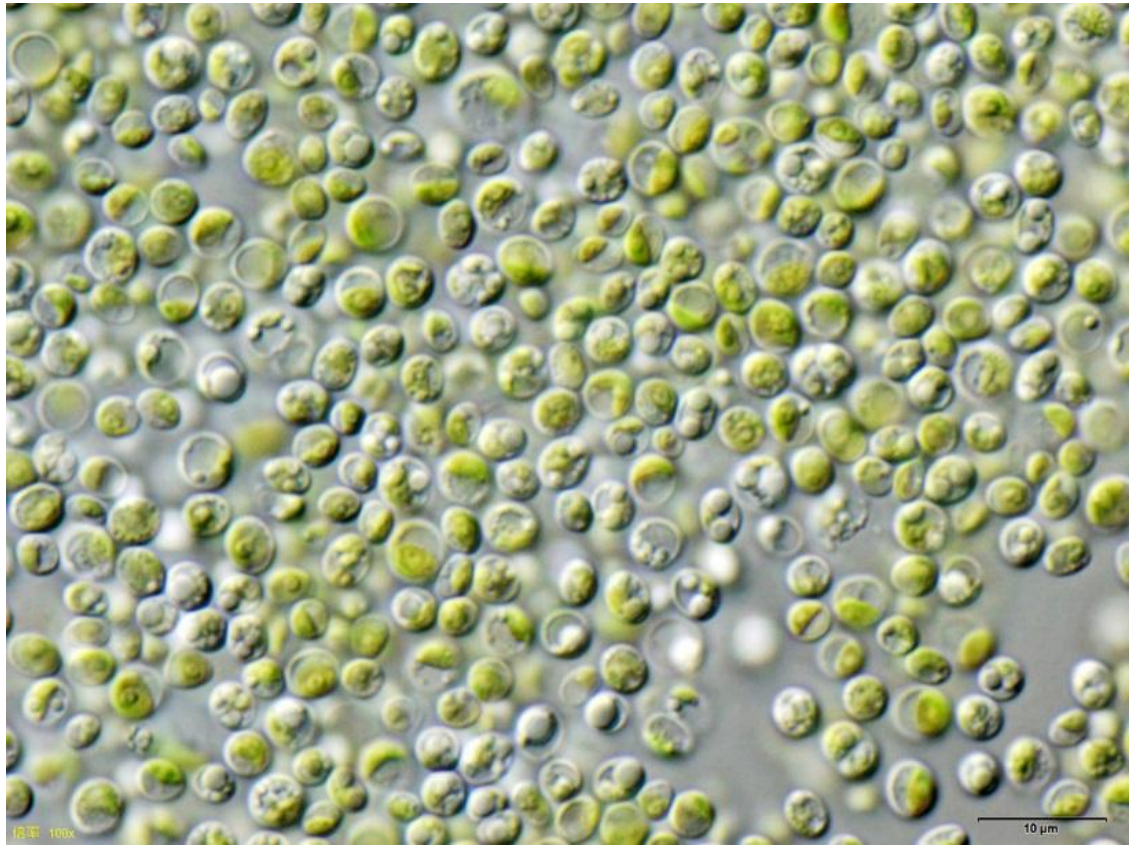
Біріншілері ластанған сулардың органикалық қосылыстарын ыдыратады, ал екіншілері молекулалық оттегінің мөлшерін көбейтеді және ішек бактерияларының санын азайтады. Қазіргі кезде балдырларды тазалау құрылғыларында көп мөлшерде өсіру кеңінен колдануда, бұл өте тиімді, себебі аэрацияға энергия қажет емес. *Chlorella* көмегімен бүгінгі күні 500 млн тонна ластанған су тазаланып, қайта қолданысқа түсіп жатыр. Мысал ретінде, алтын өндіретін зауыттардан күніне 60 мың м3 қоюланған күйіндегі ағын сулар шығарылады. Ондағы цианид концентрациясы 100 мг/л. Бұл жағдайда *Chlorella pyrenoidosa* YA-1-1 жасыл балдырын қолданғанда 3 күннен кейін судың құрамындағы цианид мөлшері 10 есе азайған. Балдырлардың цианидтерден залалсыздандыру касиеті құрамындағы b-цианоаланинсинтаза ферментіне байланысты. Биологиялық тазалауда жасыл және диатомды балдырлар ғана колданылып жатыр, бірақ келешекте эвгленалыларды да қолдану көзделіп отыр. Балдырлар және кошкыл бактериялар көмегімен мал шаруашылығының ластанған суларының дезодорациясын жургізеді.

Қандай микроорганизмдер қолданылады?

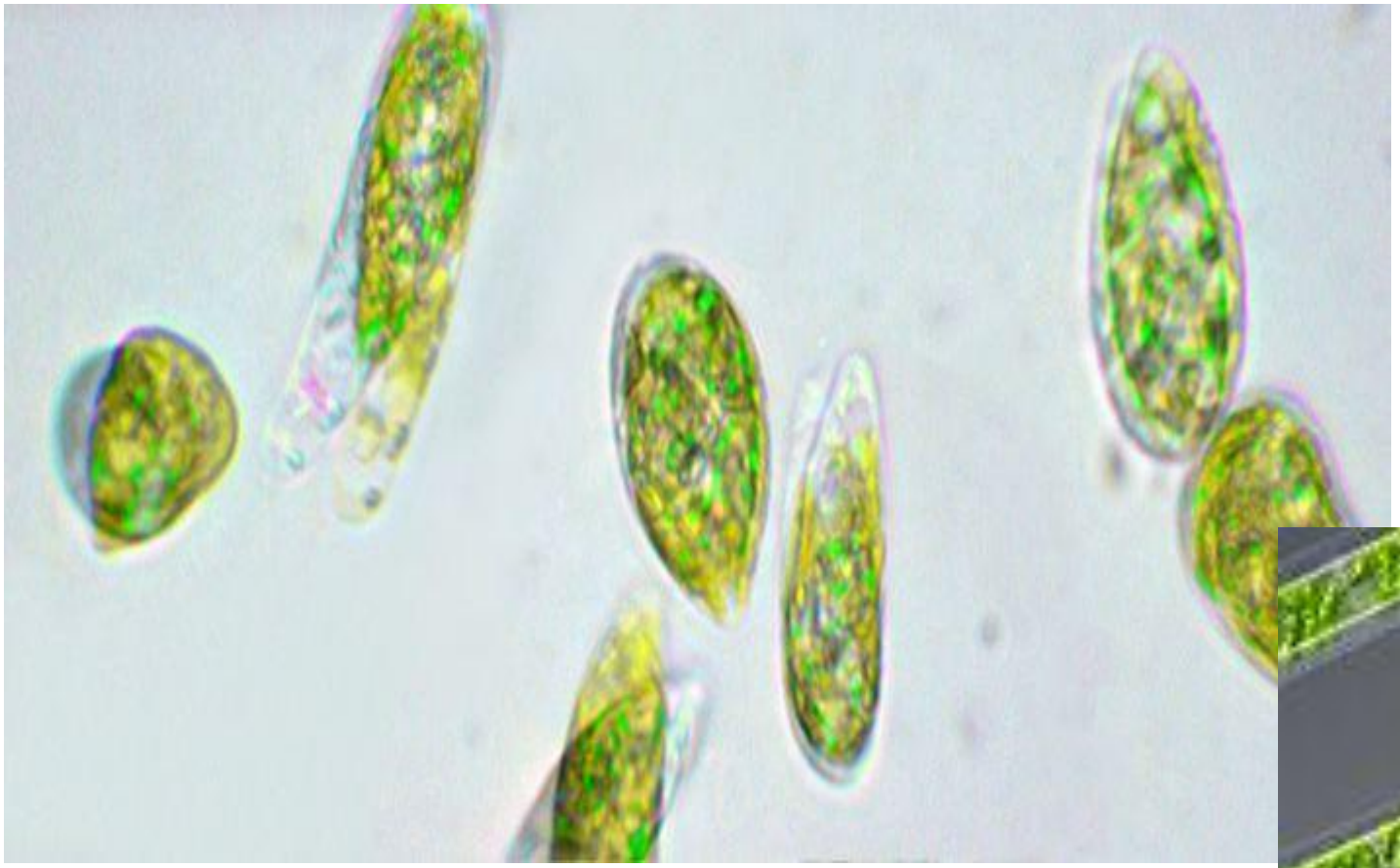
Микробалдырлар:



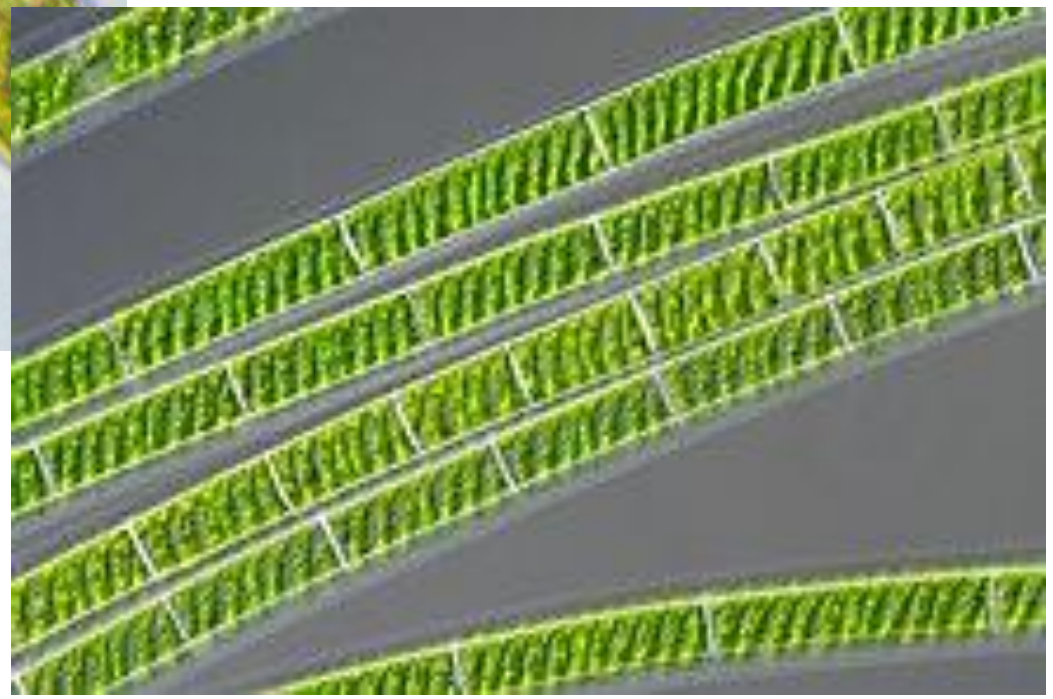
Scenedesmus spp.



Chlorella spp.



Euglena spp.

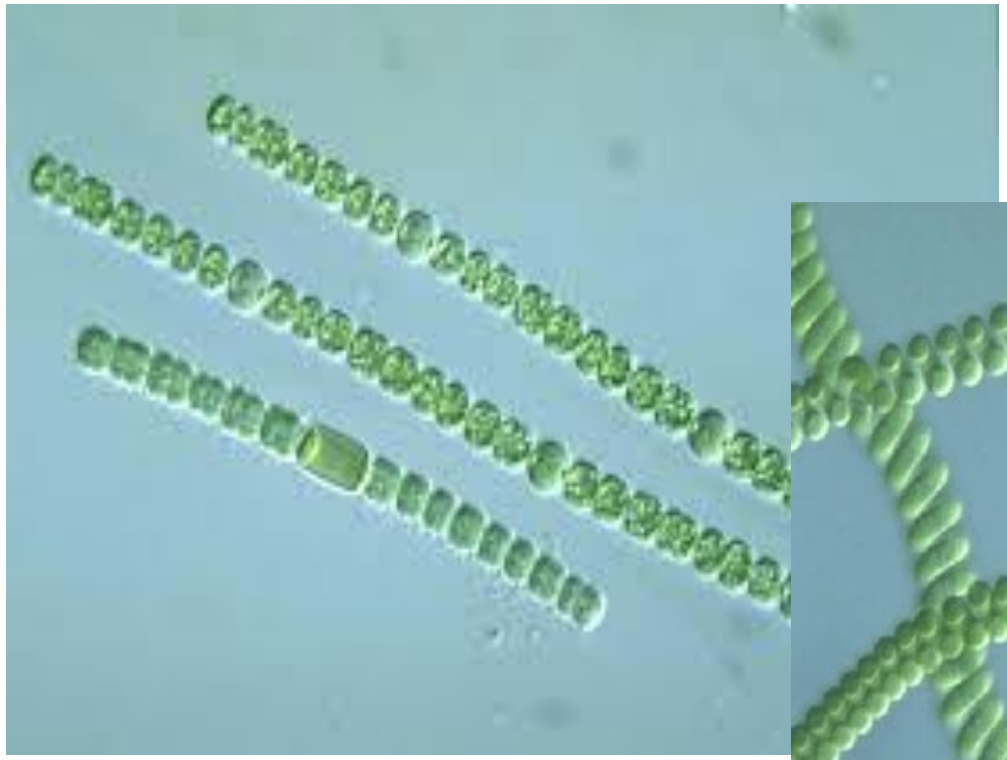


Spirogyra spp.

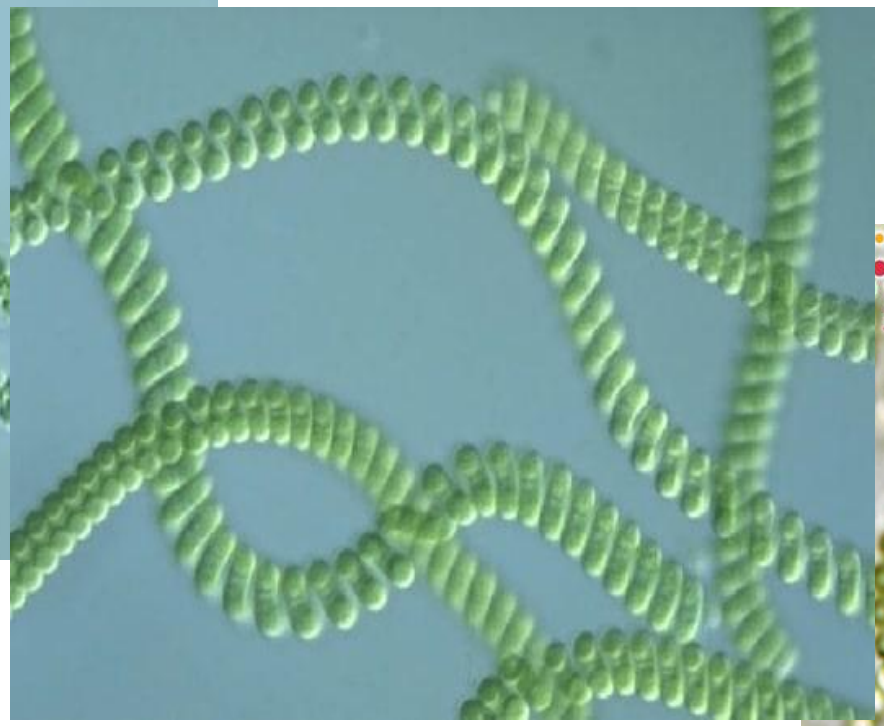
Бұл микробалдырлар ағынды сулардан қоректік заттарды (азот, фосфор) және ауыр металдарды жою үшін кеңінен қолданылады:

- **Chlorella spp.** – аммоний мен нитраттарды сіңіреді, биофильтрлерде қолданылады.
- **Scenedesmus spp.** – фосфаттарды белсенді түрде сіңіреді, органикалық ластаушы заттардың деңгейін төмендетеді.
- **Spirogyra spp.** – ауыр металдар мен улы қосылыстарды жоюға қатысады.
- **Euglena spp.** – ластанған суда тіршілік етіп, органикалық заттарды қайта өңдей алады.

Цианобактериялар:



Anabaena app.



Spirulina spp.

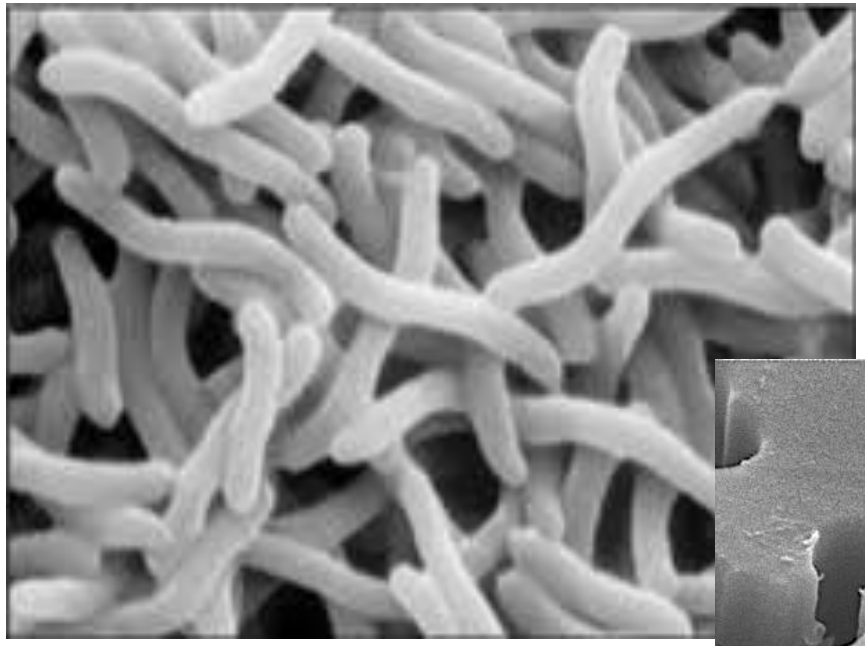


Nostoc app.

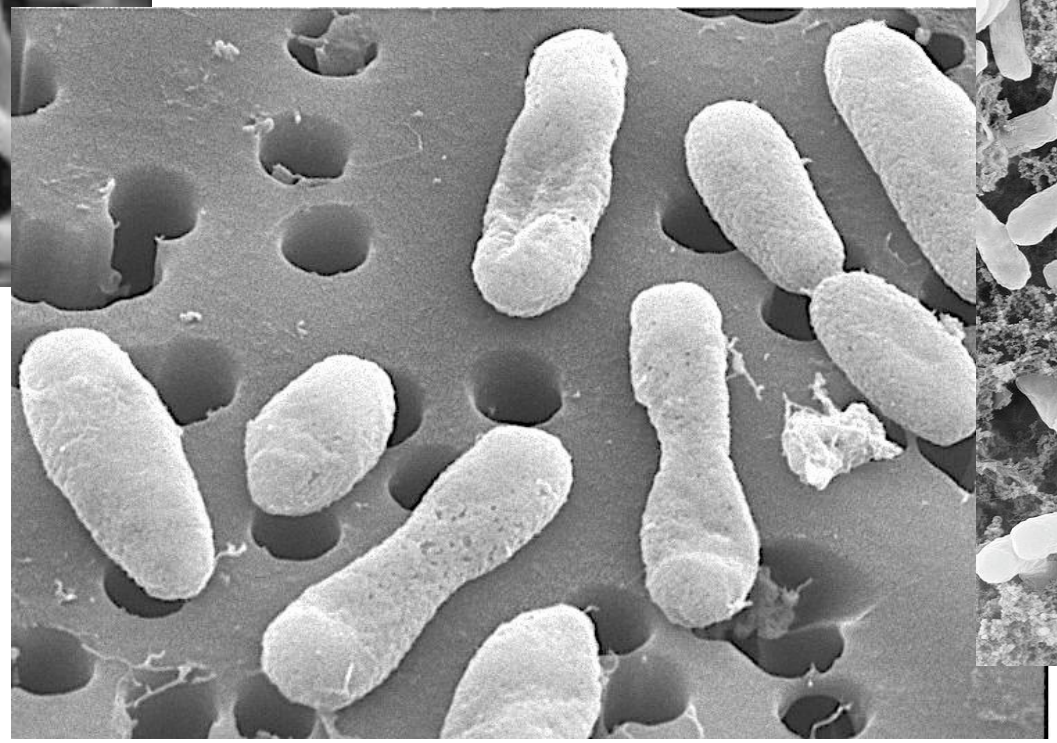
Цианобактериялар азотты байланыстырып, су қоймаларының өздігінен тазарту процесіне қатыса алады:

- **Anabaena spp.** – азотты фиксациялайды, органикалық ластаушы заттардың мөлшерін төмендетеді.
- **Nostoc spp.** – биоремедиацияға қатысады, улы қосылыстарды сіңіреді.
- **Spirulina spp.** – суды ауыр металдардан тазартуға қабілетті.

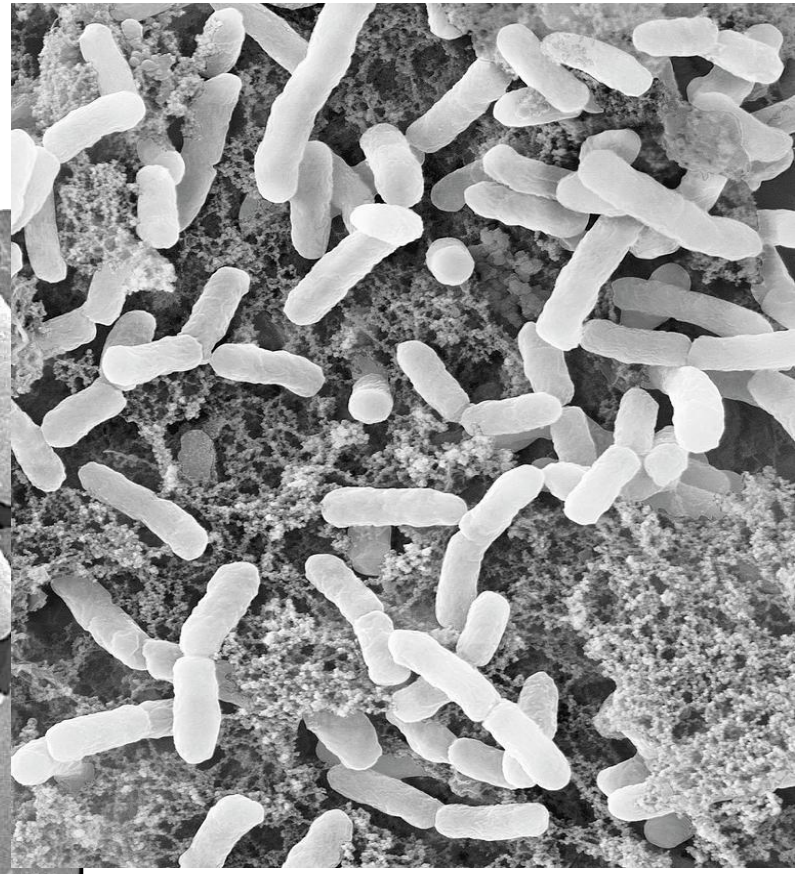
Фотосинтездеуші бактериялар:



Rhodospirillum spp.



Rhodobacter spp.



Chlorobium spp.

Бұл бактериялар органикалық заттарды белсенді түрде ыдыратып, суды тазартуға ықпал етеді:

- **Rhodospirillum spp.** – органикалық ластаушы заттар мен күкіртті қосылыстарды жоюға қатысады.
- **Rhodobacter spp.** – органикалық заттарды өңдеп, ауыр металдарды байланыстырады.
- **Chlorobium spp.** – күкірт қосылыстарын ыдыратын жасыл күкірт бактериялар.

- **Бұл микроорганизмдер суды қалай тазартады?**

✓Органикалық қосылыстарды сіңіріп, өңдейді.
✓Азот пен фосфорды жояды, судың гүлденуінің алдын алады.
✓Ауыр металдарды байланыстырып, олардың уыттылығын төмендетеді.
✓ Аэробты тазарту процесіне ықпал етіп, оттегі өндіреді.

Бұл фототрофты микроорганизмдер **альготенктерде, биофильтрлерде және табиғи су қоймаларында** судың сапасын жақсарту және ластануды азайту үшін қолданылады.

- **Қайда қолданылады?**

✓Өнеркәсіптік және тұрмыстық ағынды суларды тазарту
✓Улы заттар мен ауыр металдарды жою
✓Тыңайтқыштар мен биологиялық отын алу үшін биомасса өндіру

Әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университетінің фотобиотехнология лабораториясының ғылыми қызыметкерлері ластанған қалдық суларға микробалдырлардың аралас дақылдарын өсіру арқылы ластанған суларды тазалау тәсілін өндеп, шығарды.

Бұл моделді экспериментке Алматының ластанған суларды тазалау станциясының 1-ші су тұндырғышынан алынған суларға кадмий, мыс және мырыш тұздарын әртүрлі концентрацияда қосып пайдаланды. Кадмий иондарының концентрациясы — 50 мг/л, мыс — 100 мг/л , мырыш — 50 мг/л-ді құрады. Тәжірибеге микробалдырлардың консорциумын құруга ауыр металдарға төзімді штамдар *Chlorella vulgaris Ш-63, Chlorella vulgaris Z-1* және *Chlamydomonas reinhartii CC-124 Res -1* алынды. Бұл моделді тәжірибеге алынған судың физика-химиялық құрамы төмендегідей болады: судың pH 6,8 - 7,8; иісі 5 балл; түсі қара-қоңыр; еріген оттегі жоқ; ілінетін заттардың концентрациясы - 18 мг/л, оттегінің биохимиялық қолдану (ОБП) 62,2 мг/ 0 2 литр, нитриттер -0,4 мг/л, нитраттар - 0,8мг/л және фосфаттар - 4,46 мг/л. Судағы ауыр металдардың концентрациясы шекті мөлшерлі концентрациядан (ШМК) жоғары екені байқалды. Мұнда кадмий иондары 50 мг/л, мырыш иондары 50 мг/л, ал мыс иондары 100 мг/л- ді құрады. Бұл қалдық сулардың санитарлық көрсеткіштерін зерттеу коли-индекс 2200, коли-титр - 0,0004 жалпы бактериялардың саны 4 млн/мл, Петри табакшаларында *Pseudomonas, E.coii* және *Nitrobakter* анықталғандығын көрсетті.

Ластанған суларға микробалдырлар аралас дақылдарын өсіргеннен кейінгі судың физикалық, химиялық және микробиологиялық қасиеттері

Көрсеткіш	Қалдық сулардың физикалық және химиялық қасиеттері		Тазалануы, %
	Өсіргенге дейін	Өсіргеннен кейін	
Температура	23-28	24-28	-
Иісі, балл	5	0	100
РН	7,0-7,8	6,5-6,8	-
Ілінетін заттардың мг/л	18	4,7	73,8
ОБП 5, мгO_2/л	62,2	5,6	91
Аммиак, мг/л	13,7	-	100
Нитриттер, мг/л	0,4	-	100
Наитраттар, мг/л	0,8	-	100
Фосфаттар, мг/л	4,46	-	100
Мыс (Cu), мг/л	100	-	100
Мырыш (Zn), мг/л	50	-	100
Кадмий (Cd), мг/л	50	-	100
Коли-титр	0,004	0,4	-

Ластанған суларға микробалдырлар дақылдарын 10 тәулік өсіргеннен кейін судың иісі түзеліп, ілінетін заттар - 73.8%, ОБП5 - 91%, минералды тұздар 100% дейін тазаланғанын көрсетті. Сонымен қатар мыс, мырыш және кадмий иондарының микробалдыр клеткаларымен жиналып тазарғаны және де коли-индекс - 900, коли-титр 0,4 құрағандығы анықталды. Осылайша ауыр металдармен ластанган қалдық сулардың физикалық, химиялық және микробиологиялық қасиеттерін микробалдырлардың аралас дақылдарын (*Chlorella vulgaris - Ш-63, Chlorella vulgaris Z-l* және *Chlamydomonas reinhardtii CC-124 Res-1*) өсіру нәтижесінде жақсартуға болатыны лабораториялық модельді эксперимент аркылы анықталып отыр. Мұндай эксперименттерді өндірістік жағдайларда жүргізу келешекте XXI ғасырда қалдықсыз технологияны құрастырудың негізі болып табылады.

Қалдық /ақаба/ластанған ағынды суларды биотехнологиялық өндеу

Су қоймаларының ластануы табиғи және жасанды болуы мүмкін.

Табиғи ластағыштар жаңбыр суымен, су жиегінің шайылуы нәтижесінде түседі, сонымен қатар су қоймаларындағы өсімдік пен жануарлардың, микроорганизмдер өсіп-даму процесі мен тіршілігін жоюы және ашуға бейімді заттардың артуы нәтижесінде пайда болады.

Су қоймаларының **жасанды ластануы** өнеркәсіп орындары мен елді мекендерден келетін ағынды сулармен жүзеге асады.

Пайда болуына қарай, ластанған ағынды суларды классификацияға бөлген:

1. Тұрмыстық
2. Өндірістік ағынды сулар

- *Тұрмыстық ағынды сулар.*

Тұрмыстық ағынды сулар – адамдар тұратын үйлерде, әкімшілікте және коммуналдық (монша, кір жуатын мекемелер) ғимараттарда, сонымен қатар тұрмыстық үйлерде және өндірістік орындарда пайда болады. Бұл ағынды сулар санитарлық торлы құралдарға түседі (қол жуғыштар, жуғыштар, ванна, унитаздар-шарбақтарға торлы құрылғылырға түседі). Олардың негізгі түзілу жолдары белгілі.

- *Өндірістік ағынды сулар.*

Олардың түзілуі - әртүрлі тауарларды, бұйымдарды, азық-түліктерді, материалды және т.б. өндіруде пайда болады. Оларға жататындар өндірілетін техникалық ерітінділер, қалдықтар, техникалық жуылатын сулар, барометрлік су конденсаттары, насос-вакумы және салқындатқыш жүйелер; шахталық және кен шығаратын орындар; химиялық су тазартқыштар, өндірістік ғимараттардан және жуу құралдардан шыққан су; сонымен қатар газ тәрізді салқындатқыш қалдықтары, қатты қалдықтар тазалағанда пайдаланатын сулардан шығады.

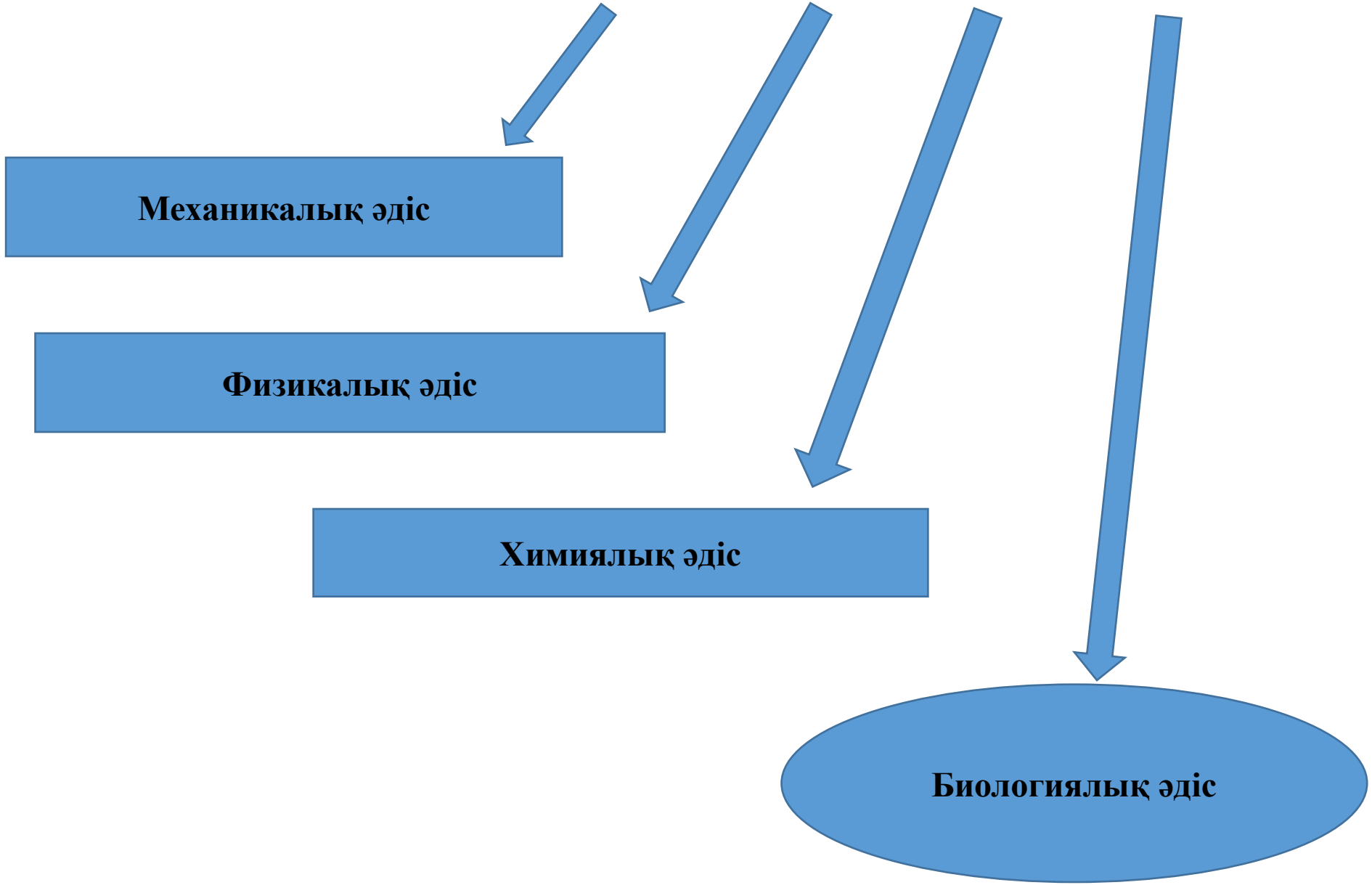
Ағын су құрамындағы ластағыш заттарға байланысты:

Минералды қосылыстармен ластанған ағынды сулар.

Органикалық қосылыстармен ластанған ағынды сулар.

Органикалық және минералды қосылыстармен аралас ластанған ағынды сулар.

Суды тазалау әдістері



Ластану деңгейі және тазалау әдістері

Ластау деңгейі	Механикалық	Физикалық	Химиялық	Биологиялық
Әлсіз ластану 1-5%	-	-	-	+
Орташа ластану 5-10%	-	-	-	+
Орташа ластануының жоғары деңгейі 10-30%	-	-	+	+
Жоғары ластану 30-100%	+	+	+	-

Антропогенді ластаушыларды мынадай түрге бөледі:

Биологиялық — кездейсоқ, не адамзат іс-әрекеті нәтижесінде ластануы;

Механикалық — қоршаған ортаның, тек механикалық әсерлердің нәтижесінде ластануы: шаң, қоқыс. Олар органикалық отынды жаққанда және құрылыс материалдарын дайындау процестері кезінде пайда болады.

Микробиологиялық ластану — адамның тіршілік етуі барысында, антропогенді жүйелерде немесе ортада әр түрлі ауру тарататын зиянкес организмдердің көбеюі.

Химиялық — қоршаған ортанын химиялық құрамының өзгеріп, ұзақ жылдар бойы қалыптасқан әр түрлі зат мөлшерінің, қалыпты жағдайдан артып кетуі;

Физикалық ластану — бұл бес түрге бөлінеді:
а) Өнеркәсіп және жылу-энергетикалық комплекстердің жұмысы арысында коршаған орта температурасының бұзылуы, мұны жылулық деп атайды.
ә) Жарықтық — жергілікті жерлердін табиғи жарық көздерінен баска, жасанды жарық көздері арқылы, өсімдік және жануарлар дүниесінің тіршілікету жағдайының өзгеріске үшырауы;
б) Шу, дабыл нәтижесінде;
в) Электромагнитгі толқындардың шектен тыс артуы;
г) Радиоактивті ластану.

Ағын суларды биологиялық жолмен тазарту процестерінің 2 әдісі бар:

Аэробты – микроорганизмдер заттарды тотықтыру үшін оттегі пайдаланады.
Анаэробты – анаэробты микроорганизмдер арқылы жартылай тотығуы.
Аэробты және анаэробты процестерге таңдау жасаған кезде, әдетте бірінші түріне ерекше көңіл бөледі.
Аэробты жүйелер көп көйлемді ластанған ағынды суларды тазартуға арналған, тұрақты, бірақ кең аймақты қамтиды.
Анаэробты процестер аэробты процестерге қарағанда жүру жылдамдығы баяу, күрделі биореактор қамтиды, сондықтан экономикалық тиімді қоймалжын немесе қатты қалдықтарды ыдырату; артықшылықтары: қосымша энергия - биогаз түзіледі.

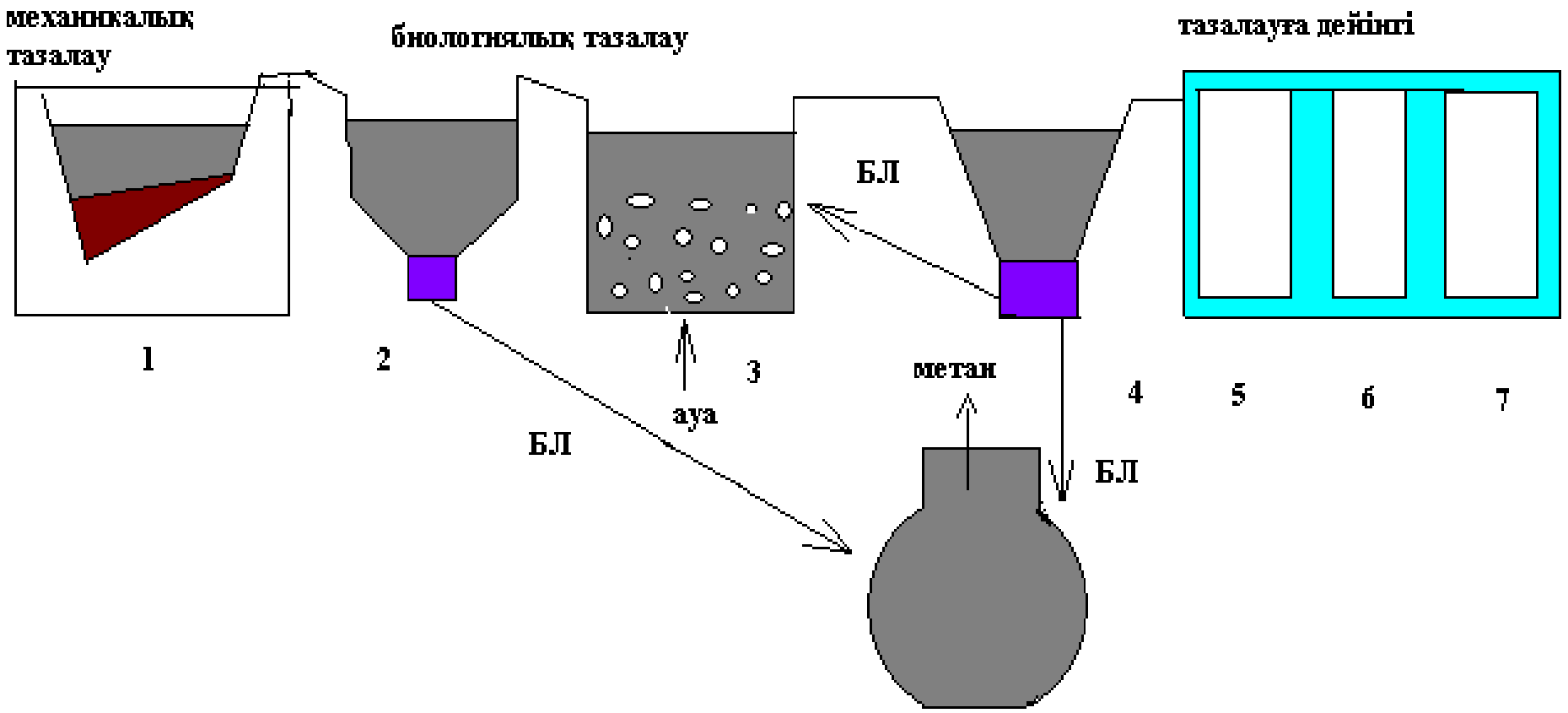
Ластанған суларды аэробты тазалау әдісі

Ағынды суларды тазарту кешенді көп кезеңді үрдіс, келесі кезеңдерден тұрады:

- **Механикалық тазарту**: түрлі торлар аркылы сүзу;
- **Физикалық тазарту:** құмүстағыштар арқылы ірі бөлшектерін түндыру, майлар флотациясы;

Механикалык және физикалық өндеу нәтижесінде ағын сулардан жалпы ластануы **30%-ға жуығы жойылады**;

- **Биологиялық тазарту:** белсенді лай арқылы органикалык ластанудын ыдырауы;
- **Физикалық тазарту:** аэротенкте тазаланған судан белсенді лайді түндыру;
- **Биологиялық тазарту:** қалдық азот және фосфордан **толық тазарту -** өсімдіктер, микробалдырлар және микробтар арқылы жүзеге асады
- **Химиялық тазарту:** ағынды сулардан фосфаттарды темір мен алюминий ($FeP0_4$, $AlP0_4$) түздарының көмегімен алып тастау.



Ағынды суларды тазалау қондырғыларының сызба нұсқасы
1-сүзгіш; 2-біріншілік тұндырғыш; 3-аэротенк; 4-екіншілік тұндырғыштар; 5-биологиялық тоғандар; 6- жарық; 7-реагенттік өңдеу; 8- метантенк; БЛ-белсенді лай;

Әртүрлі дәрежедегі суқоймалары суларының құрамы мен қасиеттеріне жалпы нормативті талаптар

Көрсеткіштер	Суды пайдалану түрлері			
	Тұрмыстық ауыз су	Дақылдық	Балық шаруашылығы	
			Жоғарғы және бірінші категория	Екінші категория
1	2			
Өлшенген заттар	өлшенген заттар төмендегі мөлшерден аспау керек			
	0,25 мг/л	0,75 мг/л	0,25 мг/л	0,75 мг/л
Қалқып жүретін заттар	Су қоймалардың үстіңгі беткі бетінде қалқып жүретін пленкалар, минералды майлар болмау керек;			
Бояғыш заттар	Бағанада 20-10 см-ден аспау керек;		Суда бояу болмау керек	
Иісі мен дәмі	2 балдан жоғары дәмі мен иісі болмау керек;		Балық еттерінде баска да жағымсыз иістер болмау керек;	
Температура	Жаз мезгілінде 3^0С-тан жоғары болмау керек		5^0С-тан жоғары болмау керек;	
pH	6,5-8,5 аралығында болу керек;			
Судың минерализациясы	қалдық тығыздығы бойынша 1000 мг/л-ден аспау керек;	Дәм бойынша нормативтік талаптарға бағынады;	Балық шаруашылық суқоймаларына сай нормативтік талаптарға бағынады;	
Хром (III)	0,5 мг/л		0,005 мг/л	
Кадмий	0,001 мг/л		0,0005 мг/л	
Сынап	0,0005 мг/л		0,0001 мг/л	
Коли-индекс	1 литрде 10^4 аспау керек	1 литрде $5 \cdot 10^4$		
Колифагтар	1 литрде 100 ден аспау керек			

Еріген оттегі	Жылдың барлық мезгілінде 4 мг/л мөлшерден аспау керек;		6,0 мг/л	
Оттегін толық биохимиялық пайдалану	20^0 С барысында төмендегі мөлшерден аспау керек:			
	3,0 мг/л	6,0 мг/л	3,0 мг/л	
Оттегін химиялық падалану	15,0 мг/л	30,0 мг/л		
Химиялық заттар	Нормативтік талаптарға сай болу керек; Сан ПН 4630-88			
Азот	2 мг/л		0,05 мг/л	
Аммонилы азот	2 мг/л		0,39 мг/л	
Азот нитраты	10,2 мг/л		9,1 мг/л	
Фосфаттар, олиго-, мезо- және эвто-трофты суқоймалар		0,3 мг/л	0,04мг/л; 0,1 мг/л; 0,2 мг/л;	
Несепнәр			3 мг/л;	
Сульфаттар	500 мг/л	500 мг/л	100 мг/л	
Мұнай өнімдері	0,1 мг/л	0,3мг/л	0,05 мг/л	
Фенолдар	0,001 мг/л	0,1 мг/л	0,001 мг/л	
Бензол	0,01 мг/л		0,5 мг/л	
Анилин	0,1 мг/л		0,0001 мг/л	
Нитробензол	0,2 мг/л		0,01 мг/л	
метанол	3 мг/л		0,1 мг/л	
Формальдегид	0,05 мг/л		0,25 мг/л	
Ұшқыш қышқылдар	3,5 мг/л		1 мг/л	
Синтетикалық БеБЗ (беткі белсенді заттар)	0,5 мг/л	0,5 мг/л	0,1 мг/л	
Күкіртсутек	0,003 мг/л			
Темір	0,3 мг/л		0,05 мг/л	
Мырыш	1 мг/л		0,01 мг/л	
Мыс	5 мг/л		0,01 мг/л	

Қалдық суларды тазартқанда 4 негізгі сатыдан тұрады
(аэробты және анаэробты жолдарының байланысы)

1. Біріншілік өңдеуде қалдық суларды механикалық қоспалардан тазарту жүреді: (құм-аулағыштар, торлар, жинақтағыштар, майаулағыштар).

2. Екінші сатыда аэробты микроорганизмдердің қатысуымен **(белсенді лай)** аэротенкте еріген органикалық заттардың ыдырауы.

3. Үшінші сатыда белсенді лайды екіншілік тұндырғыштарда тұндыру.

Қосымша сатысы (міндетті емес) - 2–ші және 3–ші сатыларда түзілетін артық белсенді лайді анаэробты ыдырату (метантенкте). Нәтижесінде тұнба көлемі азаяды, иісі жойылады және бағалы органикалық тыңайтқыштар мен биогаз - метан түзіледі.

4. Төртінші сатыда қалдық азот және фосфордан **толық тазарту** өсімдіктер, микробалдырлар және микробтар арқылы жүзеге асады.

Аэротенк

Суды биологиялық тазарту аэротенктерде жүзеге асады. Аэротенк – оттекпен интенсивті аэрацияланатын ашық темірбетонды құрылғы, тұндырғышпен байланысқан. Ластанған ағын суды белсенді лай (БЛ) арқылы органикалық қоспаларды тазартады. Аэротенк ұзынынан саңылаулар арқылы бірнеше каналдарға бөлінген, сондықтан су жолы спираль бойынша ұзарады, көп жағдайда оның саны 3-4 құрайды.

БЛ нақты ластанған қалдық судың құрамына және таңдалған тазарту режиміне байланысты табиғи **биоценозда қалыптасатын биоқабықша** .





заполненный аэротенк

«Белсенді лай» құрамы

БЛ - қара–қоңыр ұнтақтар, көлемі бірнеше мың микрометр. 70% тірі ағзалардан және 30 % бейорганикалық табиғаты бар қатты бөлшектерден тұрады. Тірі организмдер ұсақ қатты тасымалдағыштармен бірге зооглей – жалпы шырышты қабықшамен қапталған микроорганизмдер симбиозын қалыптастырады. БЛ құрамы *Zoogloea ramigera, Leucothrix, Thiothrix, сонымен катар Nitrobacter, Aeromonas, Pseudomonas, Nocardia, Rhodococcus* басым.

Бактериялар мен қарапайымдылардан түзілген белсенді лай бөліктері флокулярлық қоспа түзеді. Биофильтрлердегі түзілетін биопленкалармен салыстырғанда аэротенктерде түзілген белсенді лайдың экологиялық алуан түрлілігі аз.

«Белсенді лай» бактериялардың 3 тобы бар:

1. Көміртегіні тотықтыратын флокула түзетін бактериялар.

2. Көміртегіні тотықтыратын жіпшелі бактериялар .

3. Бактериялар - нитрификаторлар.

Белсенді лай сапалығы

“Белсенді лай” сапасын бағалауында қарапайымдылардың саны маңызды – “белсенді лай индексі” көрсеткіші.

Қарапайымдылардың органикалық заттарды қолдануда өздері тікелей қатыспайды, бірақта БЛ жастық және түрлік құрамды реттейді, оны белгілі деңгейде ұстайды, көбейіп кеткен жағдайда БЛ сапалығы төміндігін көрсетеді (ескіргенін), сондықтан тазалау құрылғылардың мамаңдары түрлі шаралар қолдануы қажет.

БЛ қарапайымдылардың 4 класы кездеседі: саркодовые (*Sarcodina*), жгутиковые инфузории (*Mastigophora*), реснитчатые инфузории (*Ciliata)*, сорғыш инфузориялар (*Suctoria)*. Көп мөлшерде бактерияларды жұту арқылы қарайымдылар шырышты қабықшада концентрленген бактериальды экзоферменттердің шығуына және сол арқылы ластануды деструкциялауға қатысады.

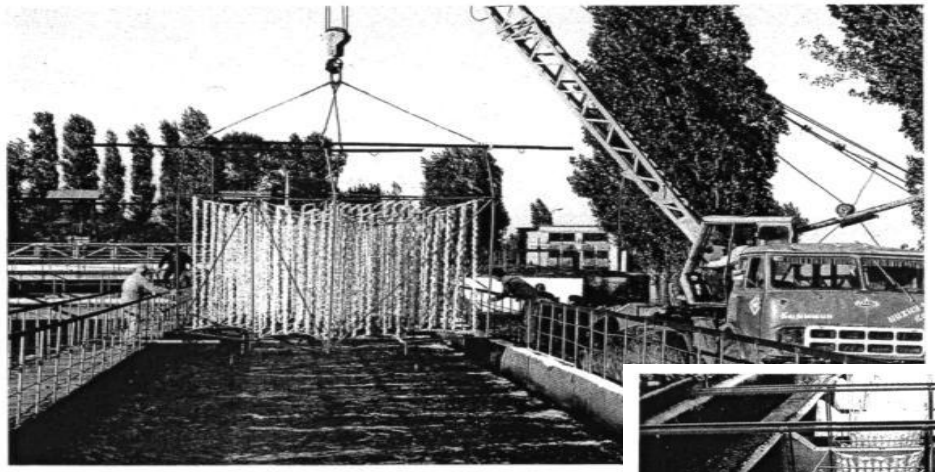
Окситенктер

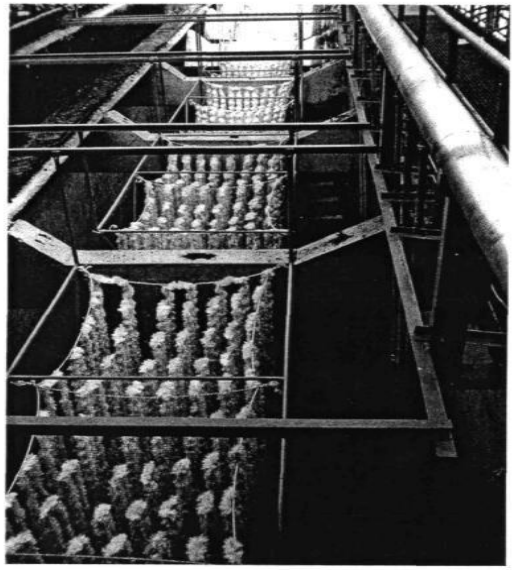
• Биологиялық тазару процесін жеделдету үшін “белсенді лай” суспензиясын таза оттегімен аэрациялайды. Бұл процесті өзгертілген жабық типті, қалдық суды мәжбүрлі жолмен аэрациялайтын аэротенктер–окситенктерде жүзеге асыруға болады.

• Аэротенктерден айырмашылығы, биофильтрлерде микроорганизмдер клеткалары қимылсыз жағдайда болады. Олар саңылаулы тасымалдағыштардың бетіне бекітілген. Осылайша қалыптасатын биоқабықшаны иммобилизденген клеткаларға жатқызуға болады. Тазартылып жатқан су клеткалар бекітілген қимылсыз тасымалдағышпен байланысады және олардың тіршілік әрекетінің есебінен ластағыш концентрациясының төмендеуі іске асады.

Ағынды суды аэробты жолмен тазалау кезінде қолданылатын реакторлар

Биофильтрлер – ағын суларды тазартуда кеңінен қолданылатын қозғалмайтын биопленкасы бар биореактор. Сүзгіш биоқабық тасмалдаушы бетінде түзіледі. Көп жағдайда тасмалдаушы материал ретінде ұсақталған тас, таулы ұсақ жұмыр тас, керамзит, шлак пайдаланылады. Тасмалдаушы бетінде биомасса өседі (0,5-1 мм). Барлық биофильтрлердің төменгі қабығы биофильтрлеуші материалдың ірі бөлшектерінен (мөлшері 60-100мм) құралған.





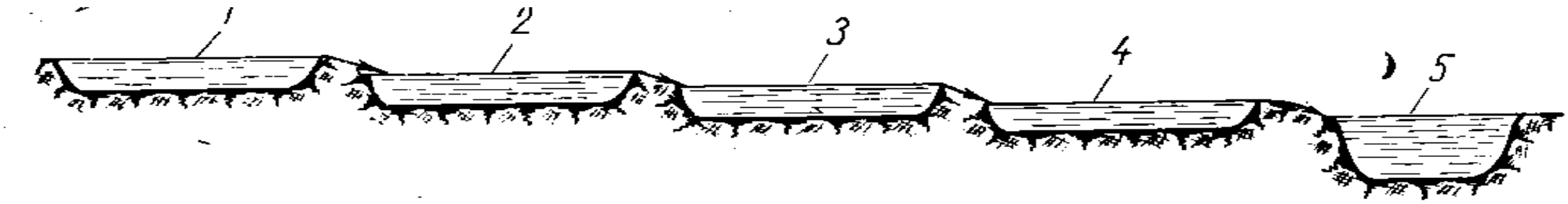
Биофильтрдің беткі фильтрлеуші қабатындағы биопленка күрделі экологиялық жүйе болып табылады: бактериялар, саңырауқұлақтар; бактериальды компоненттер жүйесімен қоректенетін қарапайымдар, сорғыштар мен айналма құрттар, биопленкалар атқарады.

Биофильтрде биопленканың үздіксіз өсуі мен өлуі бірдей жүреді. Өлген биопленка тазаланған су тоғымен шайылып, биофильтрден шығады. Тазаланған су тұндырғышқа түсіп, онда биопленканың бөлігі бөлінеді де, су ары қарай суқоймасына түседі.

Биологиялық тоғандар

Биотоғандар — бұл сол экожүйедегі организмдер (өсімдіктер, микробалдырлар, қарапайымдылар және микроорганизмдер) көмегімен өздігінен тазаланатын жасанды су қоймалары.

Биологиялық тоғандар биофильтр мен аэротенктің биологиялық тазалауынан толығымен өткеннен кейін жекеленген тазалағыш қондырғы ретінде пайдаланылады. Тоғанның орташа тереңдігі 0,5-тен 1,0 м тең.



Биотоғандар құрылуының схемасы:
1-4 – биотоғандар;
5 – өзен немесе ашық су қоймасы.

Суды биологиялық тазалау негізі - белсенді лай (БЛ) немесе әрбір өндіріс орнында ағын су құрамына және тазалау режиміне байланысты қалыпты биоценозда түзілетін биоқабықша. Белсенді лай көлемі бірнеше жүз микрометрге жететін қоңырқай-қара түйіршіктерден тұрады. Оның 70% тірі организмдер болса, 30% бейорганикалық қатты заттар. Тірі организмдер қатты тасымалдағышпен бірге зооглей – ортақ шырышты қабықшамен қапталған микроорганизм популяциясының симбиозын түзеді.

Белсенді лайды биологиялық тазалау құрылғыларына, сонымен қатар, окситенк (ауа аэрациясымен, оттегімен байытылған, немесе таза оттегі бар), фильтротенк және мембраналы биореакторлар (белсенді илді аэротенкте ұстап қалатын фильтр арқылы ағын суды аэротенктен тартып шығаратын), қышқылдайтын каналдар (ағын су циркуляциясы мен беттік аэрация жүйелерімен), шахтталы аппараттар (шахта немесе су қысымын көтеретін колонна түрінде), аэроакселераторлар (екіншілік тұндырғышпен бірлескен аэротенк) жатады.

Қалдықтардың микрофлорасы әртекті болып келеді. Олар биохимиялық және биологиялық топтарға бөлінеді.

Биологиялық:

•Микрофлора – плюстік температурада өсіп дамитын бактериялар мен актиномицеттер, әртүрлі саңырауқұлақтар, ашытқылар, балдырлар және вирустар;

•Микрофауна – қарапайымдылар;

•Макрофлора – жоғарғы деңгейдегі саңырауқұлақтар;

•Макрофауна – қосаяқтылар, құрттар мен кенелер;

Биохимиялық:

Әртүрлі ферменттер (энзимдер);

Белсенді лайда қарапайымдылардың төрт класының өкілдері кездеседі:

саркодиналар (*Sarcodina*),

иірімді инфузориялар (*Mastigophora*),

кірпікшелі инфузория (*Ciliata*),

сорғыш инфузория (*Suctoria*).

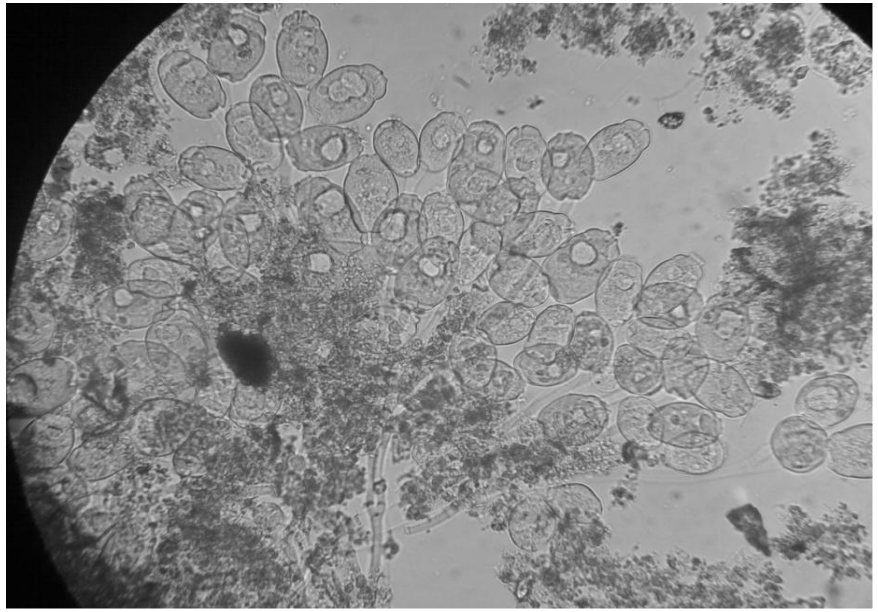
Белсенді лайдан бөлініп алынған микроорганизмдер түрлі тұқымдастарға жатады: *Actynomyces, Azotobacter, Bacillus, Bacterium, Corynebacterium, Desulfomonas, Pseudomonas, Sarcina* және т.б. Көп таралғаны *Pseudomonas* туысының бактериялары. Сыртқы орта жағдайына байланысты, яғни, ағын су, осы немесе өзге бактериялар тобы иеленуші болуы мүмкін, ал қалғандары негізгі топтың серігі болып табылады.

Белсенді лай сапасының көрсеткіші ретінде - қарапайымдылар санына бактериялар клетка санының сәйкестігінің тұнба коэффициенті алынады. Жоғары сапалы лайда 1 миллион бактерия клеткасына қарапайымдылардың 10-15 клеткасы сәйкес келу керек. Ағын су құрамының өзгеруінде микроорганизмдердің бір түрінің саны өсуі мүмкін, бірақ басқа дақылдар биоценоз құрамында қала береді.

Қарапайым аэротенктерде белсенді лайдың концентрациясы 2-4 г/л аспайды.



Белсенді лайлы аэротенк



Микроскоппен қарағанда белсенді лайдың құрамы

- Ластану деңгейіне тәуелді суқоймалар жеті класқа бөлінеді. Ластану деңгейі – судың сапасы – су ластануының индексі (СЛИ) деп аталатын кешенді көрсеткішпен анықталады, оны белгілі бір әдістеме бойынша су құрамындағы мұнай өнімдері, мыс, хлоридтер мен сульфидтер және басқа қоспалардың мөлшері жайындағы мәліметтер негізінде санайды.

Төменде су класына тәуелді СЛИ мәндері келтірілген:
1-ші класс – өте таза су (0,3-тен төмен)
2-ші класс – таза су (1-ге дейін)
3-ші класс – орташа ластанған (1…2,5)
4-ші класс – ластанған (2,5…4)
5-ші класс – лас (4…6)
6-шы класс – өте лас (6…10)
7-ші класс – төтенше лас (10-нан жоғары)

Қазақстанда тұрақты өнеркәсіп орындарының көздерінен атмосфераға жыл сайын (1995 ж – **3,1 млн. г,** 1997 ж – **2,37;** 1998 ж – **2,33)** зиянды заттар шығады, атмосфераға кететін зиянды қосындылардың жартысына жуығын энергетика, ал түсті металдар – **22,7%,** қара металдар – **15,7%** береді.







Атмосфераға зиянды заттарды шығаруда автокөліктер үлкен орын алады.

Қазақстанның үлкен қалаларында автокөліктердің зиянды заттарды шығарудағы үлесі **60 – 80%** құрайды. Ал Алматы қаласында — **90%.**

Ең көп тарайтын улы заттар – көміртек оксиді (CO2), күкірттің диоксиді (SO2) азоттың оксиды (MOx) көмірсутегі (Cn Hm) және қатаң заттар (шаң).

Қазақстан су көздерінің негізгі ластаушы көздері

Жылуэнергетика, қара және түсті металлургия, авто және теміржол транспорттары.
Олардың ішінде:
- «Балхаш цветмет»;
- «Корпорация Казахмыс»;
- «Арселор Миттал Темиртау»;
- «Алюминий Казахстана»;
- «Ульбинский металлургический завод»;
- « Усть Каменогорский металлургический комплекс»;
- «Казцинк».

Ақтөбе, Атырау, Батыс Қазақстан және Маңғыстау облысында орналасқан мұнай өндіруші секторлар:
- ТОО «Тенгизшевройл»;
- АО «Аджип ККО»;
- ТОО «Карачаганак Петролеум Оперейтинг»;
- «Маерск Ойл Казахстан ГмбХ»;
- АО СНПС «Актобемунайгаз»;
- ТОО «Казахойл Актобе» және т.б.

F.E.Mosey және D.A.Hughes (1975 ж.) бойынша **ауыр металдарға** сілтілік (Na, K) және сілтілік жер металдардан (Ca, Mg) басқа, тығыздығы 5г/см^3 және А=50-ге тең металдардың барлығын жатқызады.

Ауыр металдардың қатарындағы, аса жоғары токсинділеріне Hg, Ag, Cu, Cd, Zn, Cr, Ni, Co жатады. Бұл токсинді металлдар тізімі организдер түріне және басқа да факторларға байланысты өзгеріп отырады.

Ауыр металдар ферменттік жүйені зақымдап, тірі организмдердің өмір сүруін тежейді. H.Bowen (1966) ауыр металдар тірі организмге әсер етуі кезінде ферменттердің қызметін тежейтінін зерттеген.



Ауыр металдардың табиғи ортаға түсуі

Табиғи (тау жыныстары мен минералдардың үгілуі эрозиялық процестер, жанартау атқылауы)

Техногенді (пайдалы қазбаларды өндіру, өңдеу, жанармай жағу, көлік, ауыл шаруашылығының әсері)

Экожүйені ауыр металлдармен ластаушы өнеркәсіп орталықтары

Өндіріс	Металл
Керамикалық	Ba, Cd, Li, Mn, Se.
Ағаш өндірісі	Zn, Cd.
Бояу өндірісі	Ba, Cd, Co, Cu, Pb, Zn.
Машина құрастыру	Li, Zn, Mn.
Металлургиялық	Cd, Li, Zn, Pb.
Пиротехникалық	Ba, St, Li.
Пестицидтік	Cu, Li, Zn.
Тағамдық	Ba, Cd, Cu, As, K.
Резеңкетехникалық өнімдер	Ba, Ni, St.
Химиялық	Cd, Ag.
Әйнек өндіріс	Pb, Cr.
Тоқыма	Cu, As, Se, Li.
Фотоматериалдар	Pb, Cu, Zn, Cr.

Табиғатты қорғаудың басты механизмдерінің бірі гигиеналық және санитарлық-техникалық (немесе экологиялық) нормативтер негізінде санитарлық бақылауды жүргізу және ауа атмосферасы, су, топырақ сапасын нормалау болып табылады.

Шектеулі мөлшерлі (рұқсат етілген) концентрация (ШМК) – зиянды заттардың көлем (ауа, су), масса (тағам өнімдері, топырақ) немесе бет (жұмысшылардың терісі) бірлігінде бекітілетін, белгілі бір уақыт аралығында адам денсаулығына әсер етпейтін және оның ұрпақтарында қолайсыз салдарларға әкелмейтін нормативтер.

ШМК түрлері:

ШМКто – тәуліктік орташа;
ШМКта – тұрғылықты аймақ;
ШМКжа – жұмыс аймағы;
ШМКмба – максималды бір жолғы ауадағы;
ШМК топырақ – топырақтағы.

ШМК – бұл бекітілген санитарлық-гигиеналық мөлшерлеме. Зиянды факторлардың таралу аумағы ШМК есебінен анықталады. Мысалы, белгілі бір аймақта жүру (өнімді тұтыну) адам үшін қауіпті болу мүмкін.

Ауа, су, жер, азық-түліктерге ШМК орнатылады. Жұмыс аумағын өлшеу арқылы ауаға арналған (мекеме аумағы үшін) ШМК және жергілікті мекендерге арналған ШМК жасалады. Ал су үшін ШМК балықшаруашылығына арналаған су және шаруашылықта ішуге жарайтын су болып екі топқа бөлінеді.





Ауыз суына қойылатын ШМК

Негізгі көрсеткіштер	ШМК нормативтері
Темір	0,3 мг/л
Сутектік көрсеткіш	6-9 бірлік аралығында
Жалпы қаттылық	7,0 мг-экв/л
Марганец	0,1 мг/л
Перманганаттық тотығу	5 мг/л
Иіс	2 балл
Дәм	2 балл
Түстілік	20 бірлік
Мөлдірлігі	2,6 ЕМФ
Жалпы микроб саны	Колония түзуші бірлік 1 мл-де 50 ден көп емес