

СИЛЛАБУС

2025-2026 оқу жылының күзгі семестрі

«7M05117 – Экологиялық биоинженерия» білім беру бағдарламасы

Пәннің ID және атауы	Білім алушының өзіндік жұмысын (МӨЖ)	Кредиттер саны			Кредит-тердің жалпы саны	Оқытушының жетекшілігімен білім алушының өзіндік жұмысы (ОБӨЖ)
		Дәрістер (Д)	Семинар сабақтар (СС)			
ID BMOSV 5303 «Ағынды суларды тазартудың биологиялық әдістері»	4	1,7	3,3		5	6
ПӘН ТУРАЛЫ АКАДЕМИЯЛЫҚ АҚПАРАТ						
Оқыту түрі	Циклы, компоненті	Дәріс түрлері	Семинар сабақтарының түрлері	Қорытынды бақылаудың түрі мен платформасы		
<i>Оффлайн</i>	Таңдау компоненті	Проблемалық, аналитикалық	Мәселені шешу, жағдаяттық тапсырмалар, пікірталас	Жазбаша - оффлайн		
Дәріскер (лер)	Кирбаева Дариға Кенжебаевна, б.ғ.к.					
e-mail:	kerbayeva.daryga@kaznu.kz					
Телефоны:	12-11					
ПӘННІҢ АКАДЕМИЯЛЫҚ ПРЕЗЕНТАЦИЯСЫ						
Пәннің мақсаты	Оқытудан күтілетін нәтижелер (ОН)*				ОН қол жеткізу индикаторлары (ЖИ)	
Мақсаты: биологиялық әдістерді пайдалана отырып гидросфераны химиялық ластанудан қорғау әдістері мен құралдары туралы, табиғи ресурстарды ұтымды пайдалану және қоршаған ортаны қорғау бойынша инженерлік-экологиялық шешімдерді енгізу, су бассейнін ластаудың химиялық, физикалық қорғаудың биологиялық әдістерін жіктеулер мен өндірістік қалдықтарды тазалау, қайта өңдеуде қолданылатын негізгі жабдықтар қарастырылады.	1. Білім беру бағдарламасы бойынша ОН: Гидросфераның экологиялық маңызын, ластану көздерін және су экожүйелеріндегі биологиялық процестердің негіздерін білу.				1.1 Су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы, қазіргі экологиялық мәселелерімен танысады;	
	2. Су экожүйесін биологиялық тазартудағы микроорганизмдердің негізгі түрлерінің биологиялық ерекшеліктері мен микробиологиялық процестерді білу.				1.2 Су экожүйесінің негізгі ластаушы көздері (механикалық, химиялық, физикалық, биологиялық) жайында жалпы түсініктері мен оларға қойылатын талаптарды меңгереді	
	3. Су мен өндірістік қалдықтарды биологиялық тазарту, биоремедиация және заманауи технологияларды меңгеру				2.1 Су экожүйесінің микрофлоралары мен олардың негізінде түзілетін микробиологиялық процестерді меңгеру;	
	4. Ғылыми жұмысты жоспарлау, алынған мәліметтерді биологиялық, экологиялық маңыздылығы бойынша бақылау жұмыстарын, эссе, реферат және презентациялар жасайды				2.2 Су экожүйесінің санитарлы көрсеткішті микроорганизмдерді игереді.	
					3.1 Су экожүйесін тазалаудың қазіргі жетістіктері мен негізгі биореакторлар түрлерін меңгереді	
					3.2 Ауылшаруашылық қалдық суларды тазалаудағы фототрофты организмдердің рөлі және олардың экобиотехнологиялық тиімділігін игереді.	
					4.1 Химиялық ластаушы заттарды биологиялық нысаналар негізінде биодеградациялау және биоремедиациялау мүмкіндіктерін сипаттайды	
					4.2 Судағы органикалық заттардың микроорганизмдер негізіндегі биодеградациялар және оларды экологиялық тұрғыда	

		бағалалаудың негізгі маңыздылығын меңгереді
		4.3 Ағынды суларды аэробты және анаэробты биологиялық тазарту технологияларының салыстырмалы талдаулар жасайды
	5. Ағын суларды тазалаудағы фототрофты организмдерді қолданудың тәжірибелік дағдылары, экологиялық саясат және өндірістік технологияларды білу	5.1 Су ресурстарындағы фототрофты организмдердің рөлі, консорциумдары және биофильтр түзуші микроорганизмдердің биологиялық ерекшеліктерімен танысады 5.2 Су ресурстарын ұтымды пайдалану, жасыл технологиялар мен экологиялық шешімдерді талқылайды
Пререквизиттер	Экологиялық биоинженериядағы заманауи әдістер; Өндірістік биотехнология	
Постреквизиттер	Пәнді меңгеру барысында және одан кейінгі оқу кезеңінде магистрант қатар оқитын пәндермен, арнайы курстармен өзара байланысы бар	
Оқу ресурстары	<p>Әдебиет: негізгі, қосымша.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Луканин А.В. Процессы и аппараты биотехнологической очистки сточных вод : учебное пособие / А.В. Луканин. — Москва : ИНФРА-М, 2020. -242 с. 2. Кольцов, В. Б. Очистка сточных вод : учебник и практикум для вузов / В. Б. Кольцов, О. В. Кондратьева ; под общей редакцией В. И. Каракеяна. — 2-е изд., перераб. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2025. - 164 с. 3. Биоремедиация и мониторинг загрязненных экосистем на основе микроводорослей : монография. - Москва : Альтекс. - 2020. - 280 с. / Соавт.: А. К. Садвакасова, Д. Н. Маторин. 4. Сахарова О. В., Сахарова Т.Г. Водная микробиология / Издательство "Лань", 2-е изд., стер. - 2022. – 261 с. 5. Ким И., Кращенко В.Микробиология переработки водных биологических ресурсов.-М.: Моркнига, 2015.-349с. <p>Зерттеушілік инфрақұрылымы Биотехнология кафедрасы Интернет-ресурстар</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. http://elibrary.kaznu.kz/ru 2. https://research-journal.org 3. https://biology-book.ru/ 4. https://www.iprbookshop.ru/63076.html 5. https://kubsau.ru/upload/iblock/d03/d03edb0b5c59c1b4adb3ac1bca4fda77.pdf 6. https://www.ektu.kz/courselist.aspx?lang=ru&EmployeeId=61069 	
Пәннің академиялық саясаты	<p>Пәннің академиялық саясаты әл-Фараби атындағы ҚазҰУ-дың <u>Академиялық саясатымен және академиялық адалдық Саясатымен</u> айқындалады.</p> <p>Құжаттар Univer ИЖ басты бетінде қолжетімді.</p> <p>Ғылым мен білімнің интеграциясы. Магистранттардың ғылыми-зерттеу жұмысы – бұл оқу үдерісінің тереңдетілуі. Ол тікелей кафедраларда, зертханаларда, университеттің ғылыми және жобалау бөлімшелерінде, студенттік ғылыми-техникалық бірлестіктерінде ұйымдастырылады. Білім берудің барлық деңгейлеріндегі білім алушылардың өзіндік жұмысы заманауи ғылыми-зерттеу және ақпараттық технологияларды қолдана отырып, жаңа білім алу негізінде зерттеу дағдылары мен құзыреттіліктерін дамытуға бағытталған. Зерттеу университетінің оқытушысы ғылыми-зерттеу қызметінің нәтижелерін дәрістер мен семинарлық (практикалық) сабақтар, зертханалық сабақтар тақырыбында, силлабустарда көрініс табатын және оқу сабақтары мен тапсырмалар тақырыптарының өзектілігіне жауап беретін ОМӨЗ, МӨЗ тапсырмаларына біріктіреді.</p> <p>Сабаққа қатысуы. Әр тапсырманың мерзімі пән мазмұнын іске асыру күнтізбесінде (кестесінде) көрсетілген. Мерзімдерді сақтамау балдардың жоғалуына әкеледі.</p> <p>Академиялық адалдық. Практикалық/зертханалық сабақтар, МӨЖ білім алушының дербестігін, сыни ойлауын, шығармашылығын дамытады. Плагиат, жалғандық, шпаргалка пайдалану, тапсырмаларды орындаудың барлық кезеңдерінде көшіруге жол берілмейді. Теориялық оқыту кезеңінде және емтихандарда академиялық адалдықты сақтау негізгі саясаттардан басқа <u>«Қорытынды бақылауды жүргізу Ережелері»</u>, <u>«Ағымдағы оқу жылының күзгі/көктемгі семестрінің қорытынды бақылауын жүргізуге арналған Нұсқаулықтары»</u>, <u>«Білім алушылардың тестілік құжаттарының көшіріліп алынуын тексеру туралы Ережесі»</u> тәрізді құжаттармен регламенттеледі.</p>	

	<p>Инклюзивті білім берудің негізгі принциптері. Университеттің білім беру ортасы гендерлік, нәсілдік/этникалық тегіне, діни сенімдеріне, әлеуметтік-экономикалық мәртебесіне, студенттің физикалық денсаулығына және т.б. қарамастан, оқытушы тарапынан барлық білім алушыларға және білім алушылардың бір-біріне әрқашан қолдау мен тең қарым-қатынас болатын қауіпсіз орын ретінде ойластырылған. Барлық адамдар құрдастары мен курстастарының қолдауы мен достығына мұқтаж. Барлық студенттер үшін жетістікке жету, мүмкін емес нәрселерден гөрі не істей алатындығы болып табылады. Әртүрлілік өмірдің барлық жақтарын күшейтеді.</p> <p>Барлық білім алушылар, әсіресе мүмкіндігі шектеулі жандар, телефон/e-mail kk.dariga@gmail.com кеңестік көмек ала алады / немесе https://teams.live.com/joinmeeting/9347530197026?p=WxBWbHL1cW8bH8cdC2</p> <p>МООС интеграциясы (massive openlline course). МООС-тың пәнге интеграциялануы жағдайында барлық білім алушылар МООС-қа тіркелуі қажет. МООС модульдерінің өту мерзімі пәнді оқу кестесіне сәйкес қатаң сақталуы керек.</p> <p>Назар салыңыз! Әр тапсырманың мерзімі пәннің мазмұнын іске асыру күнтізбесінде (кестесінде) көрсетілген, сондай-ақ МООС-та көрсетілген. Мерзімдерді сақтамау балдардың жоғалуына әкеледі.</p>
--	--

БІЛІМ БЕРУ, БІЛІМ АЛУ ЖӘНЕ БАҒАЛАНУ ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Білім алушылардың оқудағы жетістіктерін төрт балдық жүйе бойынша сандық эквивалентке сәйкес бағалаудың әріптік жүйесі				Бағалау әдістері	
Әріптік жүйе бойынша бағалау	Балдардың сандық эквиваленті	Пайыздық мазмұны	Дәстүрлі жүйе бойынша бағалау	<p>Критериалды бағалау – айқын әзірленген критерийлер негізінде оқытудың нақты қол жеткізілген нәтижелерін оқытудан күтілетін нәтижелерімен ара салмақтық процесі. Формативті және жиынтық бағалауға негізделген.</p> <p>Формативті бағалау – күнделікті оқу қызметі барысында жүргізілетін бағалау түрі. Ағымдағы көрсеткіш болып табылады. Білім алушы мен оқытушы арасындағы жедел өзара байланысты қамтамасыз етеді. Білім алушының мүмкіндіктерін айқындауға, қиындықтарды анықтауға, ең жақсы нәтижелерге қол жеткізуге көмектесуге, оқытушының білім беру процесін уақтылы түзетуге мүмкіндік береді. Дәрістер, семинарлар, практикалық сабақтар (пікірталастар, викториналар, жарыссөздер, дөңгелек үстелдер, зертханалық жұмыстар және т.б.) кезінде тапсырмалардың орындалуы, аудиториядағы жұмыс белсенділігі бағаланады. Алынған білім мен құзыреттілік бағаланады.</p> <p>Жиынтық бағалау – пән бағдарламасына сәйкес бөлімді зерделеу аяқталғаннан кейін жүргізілетін бағалау түрі. БӨЖ орындаған кезде семестр ішінде 3-4 рет өткізіледі. Бұл оқытудан күтілетін нәтижелерін игеруді дескрипторлармен арақатынаста бағалау. Белгілі бір кезеңдегі пәнді меңгеру деңгейін анықтауға және тіркеуге мүмкіндік береді. Оқу нәтижелері бағаланады.</p>	
A	4,0	95-100	Өте жақсы		
A-	3,67	90-94	Жақсы		
B+	3,33	85-89			
B	3,0	80-84	Қанағаттанарлық		
B-	2,67	75-79			
C+	2,33	70-74			
C	2,0	65-69			
C-	1,67	60-64			
D+	1,33	55-59	Қанағаттанарлықсыз		
D	1,0	50-54			
FX	0,5	25-49			
F	0	0-24			
				Формативті және жиынтық бағалау	% мәндегі баллдар
				Практикалық сабақтарда жұмыс істеуі	20
				Өзіндік жұмысы	30
				Жобалық және шығармашылық қызметі	10
				Қорытынды бақылау (емтихан)	40
				ЖИЫНТЫҒЫ	100

Оқу курсының мазмұнын іске асыру күнтізбесі (кестесі). Оқытудың және білім берудің әдістері

Аптасы			
--------	--	--	--

1	<p>1-Д. Кіріспе. Гидросфераның құрылымы, су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы, қазіргі экологиялық мәселелері</p> <p>Дәріс мақсаты: Гидросфераның құрылымы, су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы, қазіргі экологиялық мәселелерін талқылау.</p> <p>Гидросфера — Жердің негізгі геосфераларының бірі болып табылады және ол планетадағы барлық табиғи сулардың жиынтығын қамтиды. Гидросфера суының құрамына сұйық, қатты және газ тәрізді күйдегі сулар енеді. Ол климаттың қалыптасуында, биосфераның тұрақты қызмет етуінде, заттар мен энергияның жаһандық айналымында, сондай-ақ адамзат қоғамының әлеуметтік-экономикалық дамуында маңызды рөл атқарады. Қазіргі жаһандық климаттың өзгеруі мен антропогендік әсердің күшеюі жағдайында гидросфераны зерттеу және су ресурстарын тиімді пайдалану ерекше өзектілікке ие.</p> <p>Гидросфераның құрылымына Дүниежүзілік мұхит, құрлықтың жер үсті сулары (өзендер, көлдер, су қоймалары, батпақтар), жер асты сулары, мұздықтар мен мәңгі қар жамылғысы, сондай-ақ атмосферадағы су булары жатады. Жалпы су қорының шамамен 96,5 %-ы Дүниежүзілік мұхитта шоғырланған. Ал тұщы сулар гидросфераның өте аз бөлігін құрайды және олардың басым бөлігі мұздықтар мен жер асты су қабаттарында орналасқан, бұл оларды тікелей пайдалануды шектейді.</p> <p>Су ресурстарының жаһандық және аймақтық маңызы аса жоғары. Жаһандық деңгейде олар климаттық жүйенің тұрақтылығын, экожүйелердің биологиялық өнімділігін және Жердегі тіршіліктің сақталуын қамтамасыз етеді. Аймақтық деңгейде су ресурстары экономиканың, ауыл шаруашылығының, өнеркәсіп пен энергетиканың дамуы үшін стратегиялық фактор болып табылады, сондай-ақ халықтың өмір сүру сапасы мен әлеуметтік тұрақтылықтың негізгі шарты болып саналады. Су ресурстарының аумақ бойынша біркелкі таралмауы көптеген өңірлерде су тапшылығының туындауына алып келеді.</p> <p>Қазіргі кезеңде гидросфера елеулі экологиялық мәселелерге ұшырап отыр. Негізгі проблемаларға өндірістік, ауылшаруашылық және тұрмыстық ағын сулардың әсерінен су көздерінің ластануы, тұщы су қорларының сарқылуы, су айдындарының эвтрофикациясы, өзен экожүйелерінің деградациясы және жаһандық жылынуға байланысты мұздықтардың еруі жатады. Сонымен қатар, гидротехникалық құрылыстар салу және суды тиімсіз пайдалану нәтижесінде су нысандарының табиғи гидрологиялық режимі бұзылуда.</p> <p>Осыған байланысты гидросфераның құрылымын кешенді зерттеу, су ресурстарының қазіргі жағдайын бағалау және оларды қорғау мен тұрақты басқарудың ғылыми негізделген шараларын әзірлеу қазіргі гидрология мен экология ғылымының, сондай-ақ магистрлік деңгейдегі мамандарды даярлаудың маңызды міндеттерінің бірі болып табылады.</p>
2	<p>2-Д. Судың химиялық ластануы және оның көздері</p> <p>Судың химиялық ластануы — су ортасына оның табиғи құрамына жат немесе қалыпты концентрациядан жоғары мөлшердегі химиялық қосылыстардың енуі. Бұл гидросфераның сапасын нашарлатып, тірі ағзалар үшін улы жағдай туғызады.</p> <p>Химиялық ластанудың негізгі түрлері</p> <p>Судағы химиялық ластанушы заттарды екі үлкен топқа бөлуге болады:</p> <p>Органикалық ластану: Мұнай өнімдері, пестицидтер, синтетикалық жуғыш заттар (СББЗ), фенолдар және еріткіштер. Олар судағы оттегіні көп мөлшерде тұтынады.</p> <p>Бейорганикалық ластану: Ауыр металдар (сынап, қорғасын, кадмий, мыс), минералды тұздар, қышқылдар мен сілтілер. Олар судың рН деңгейін өзгертіп, ағзаларда жинақталу (биоаккумуляция) қасиетіне ие.</p> <p>2. Ластанудың негізгі көздері</p> <p>Су экожүйелеріне химиялық заттар келесі жолдармен түседі:</p> <p>А) Өнеркәсіптік ағынды сулар</p> <p>Бұл ең қауіпті көз болып табылады.</p> <p>Металлургия: Суды ауыр металдармен және қышқылдармен ластанайды.</p> <p>Химия және мұнай өңдеу: Фенолдар, аммиак, мұнай өнімдері мен күрделі синтетикалық қосылыстар бөледі.</p> <p>Жеңіл өнеркәсіп: Тоқыма зауыттарынан шығатын бояғыштар мен улы химиялық ерітінділер.</p> <p>Б) Ауыл шаруашылығы (Диффузиялық ластану)</p> <p>Минералды тыңайтқыштар: Егістіктен шайылған азот пен фосфор су айдындарының эвтрофикациясына (шектен тыс балдырлануына) әкеледі.</p> <p>Пестицидтер мен гербицидтер: Зиянкестермен күресуге арналған улы заттар сумен бірге жерасты суларына және өзендерге жетеді.</p> <p>В) Тұрмыстық-коммуналдық шаруашылық</p> <p>Қалалық кәріз жүйелері арқылы келетін фосфаттар (жуғыш ұнтақтардан) және тұрмыстық химия қалдықтары.</p> <p>Г) Көлік және мұнай тасымалы</p> <p>Танкерлердің апатқа ұшырауы, кемелерден мұнай өнімдерінің ағуы және автокөлік жолдарынан жаңбыр суымен келетін техникалық майлар.</p> <p>3. Химиялық ластанудың зардаптары</p> <p>Токсикоз: Судағы тірі ағзалардың (балықтар, планктондар) жаппай қырылуы.</p> <p>Биоаккумуляция: Улы заттар қоректік тізбек арқылы жинақталып (мысалы, планктон → балық → адам), адам денсаулығына қауіп төндіреді.</p> <p>Судың өздігінен тазаруының тоқтауы: Химиялық заттар суды тазартатын бактерияларды (микрофлораны) жойып жібереді.</p> <p>Мутагендік әсер: Кейбір химиялық қосылыстар ағзалардың генетикалық құрылымын бұзып, мутацияларға әкеледі.</p>

	<p>4. Бақылау көрсеткіштері Судың химиялық тазалығын бағалау үшін келесі инженерлік параметрлер қолданылады: ХТК (Химиялық оттегі қажеттілігі): Судағы барлық органикалық заттарды тотықтыруға жұмсалатын оттегі мөлшері. ШРК (Шекті рұқсат етілген концентрация): Нақты химиялық заттың су айдынындағы қауіпсіз ең жоғарғы мөлшері. Маңызды: Мұнайдың 1 тоннасы су бетінде шамамен 12 км² аумақты алып жататын жұқа пленка түзеді, бұл су мен атмосфера арасындағы газ алмасуды толық блоктайды.</p> <p>2. Судың химиялық ластаушы заттарының түрлері</p> <p>1. Органикалық ластаушылар Мұнай өнімдері (бензин, дизель, мазут) Пестицидтер және гербицидтер Фенолдар, хлорорганикалық қосылыстар Қалдық дәрілік және тұрмыстық химиялық заттар</p> <p>2. Бейорганикалық ластаушылар Ауыр металдар: сынап (Hg), кадмий (Cd), қорғасын (Pb), мыс (Cu), мырыш (Zn) Нитраттар, нитриттер, аммоний қосылыстары Фосфаттар және силикаттар Тұздар және қышқылдар/сілтілі ерітінділер</p> <p>3. Синтетикалық қосылыстар Полихлорланған бифенилдер (ПХБ) Пластмассалар, полиэтилен, полиуретан қалдықтары Химиялық бояғыштар және синтетикалық еріткіштер</p> <p>3. Химиялық ластанудың көздері</p> <p>1. Өнеркәсіптік көздер Химия, металлургия, мұнай-химия зауыттары Ағаш өңдеу, қағаз және целлюлоза өндірісі Электроника, фармацевтика және тағам өнеркәсібі</p> <p>2. Ауылшаруашылық көздер Пестицидтер мен гербицидтерді қолдану Жемшөп, тыңайтқыштар мен тыңайтылған топырақтан ағып түсетін химиялық заттар Мал шаруашылығынан түскен органикалық және азоттық қалдықтар</p> <p>3. Қалалық-тұрмыстық көздер Канализациялық және тұрмыстық ағынды сулар Химиялық тұрмыстық заттардың (сабын, жуғыштар, тұрмыстық химия) қалдықтары</p> <p>4. Табиғи көздер Геологиялық қабаттардан шығатын минералды тұздар Жер асты суларының табиғи құрамындағы ауыр металдар Вулкандық және геотермиялық процестер</p> <p>4. Химиялық ластанудың экологиялық әсері Су экожүйесіне әсері: балық және су микроағзаларының өлімі, биоалуантүрліліктің төмендеуі, эвтрофикацияның дамуы; Адам денсаулығына әсері: ауыр металдар мен токсиндерден улану, ұзақ мерзімді аурулар; Су сапасына әсері: пайдалану мүмкіндігінің шектеулі болуы, ауыз су көздерінің ластануы.</p>
3	<p>3-Д. Гидросфераны қорғаудың инженерлік-экологиялық негіздері Дәріс мақсаты: Гидросфераны қорғаудың инженерлік-экологиялық негіздері және қоршаған ортаны қорғау жүйесіндегі маңызды бағыттар бойынша ақпараттар беру. Гидросфераны қорғау — болып табылады және ол су ресурстарының сапасы мен санын сақтау, экожүйелердің тұрақты қызметін қамтамасыз ету, сондай-ақ антропогендік әсердің теріс салдарын азайту мақсатында жүзеге асырылады. Инженерлік-экологиялық тәсілдер гидросфераны қорғауда техникалық шешімдер мен экологиялық қағидаттарды өзара үйлестіруге негізделеді. Гидросфераны қорғаудың инженерлік-экологиялық негіздері ең алдымен су ресурстарына түсетін ластаушы көздерді анықтау және оларды басқарумен байланысты. Су көздерінің ластануы өнеркәсіптік, коммуналдық-тұрмыстық және ауылшаруашылық ағын сулардың әсерінен туындайды. Осыған байланысты ағын суларды тазарту құрылыстарын жобалау мен енгізу гидросфераны қорғаудың негізгі инженерлік шараларының бірі болып саналады. Қазіргі таңда механикалық, физика-химиялық, биологиялық және мембраналық тазарту әдістері кеңінен қолданылады. Инженерлік-экологиялық жүйелерді жобалау кезінде су объектілерінің табиғи өзін-өзі тазарту қабілетін сақтау қағидаты маңызды орын алады. Өзендер мен көлдердің гидрологиялық режимін бұзатын ірі гидротехникалық құрылыстарды салу экожүйелердің деградациясына әкелуі мүмкін. Сондықтан су қоймалары мен бөгеттерді жобалау барысында экологиялық ағынды сақтау, балық өтпелерін қарастыру және жағалау экожүйелерін қорғау шаралары міндетті түрде ескерілуі тиіс.</p>

	<p>Гидросфераны қорғаудың тағы бір маңызды бағыты — су ресурстарын ұтымды пайдалану және суды қайта қолдану технологияларын енгізу. Тұйық және айналымды су пайдалану жүйелері өндірісте тұщы суға деген сұранысты төмендетіп, ластаушы заттардың табиғи су көздеріне түсуін азайтады. Сонымен қатар, жаңбыр және еріген қар суларын жинау мен пайдалану заманауи инженерлік-экологиялық шешімдердің қатарына жатады.</p> <p>Экологиялық қауіпсіздікті қамтамасыз етуге су сапасын мониторингтеу жүйелері ерекше рөл атқарады. Инженерлік-экологиялық мониторинг су объектілерінің физикалық, химиялық және биологиялық көрсеткіштерін тұрақты бақылауға мүмкіндік береді және қоршаған ортаға төнетін қауіптерді ерте анықтауға жағдай жасайды.</p> <p>Сарынды суларды тазарту әдістері</p> <p>Инженерлік қорғаудың ең басты бағыты — өндірістік және коммуналдық ағынды суларды табиғи су айдындарына жібермес бұрын тазарту. Ол негізгі төрт кезеңнен тұрады:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Механикалық тазарту: Ірі қоқыстарды, құмды және қалқымалы заттарды тұндыру және сүзу арқылы бөліп алу. •Химиялық және физикалық-химиялық тазарту: Реагенттерді қосу (коагуляция, флокуляция), сорбция (белсендірілген көмір), экстракция және бейтараптандыру. •Биологиялық тазарту: Микроорганизмдердің (белсенді лай) көмегімен органикалық қоспаларды ыдырату. Бұл процесс аэротенктерде немесе биосүзгілерде жүреді. •Залалсыздандыру: Суды хлорлау, озондау немесе ультракүлгін сәулелермен өңдеу арқылы бактериялар мен вирустардан тазарту. <p>2. Тұйықталған сумен жабдықтау жүйелері</p> <p>Экологиялық тиімділіктің ең жоғары деңгейі — қалдықсыз технологиялар. Бұл жүйеде кәсіпорын суды сырттан алмайды және сыртқа ағынды су шығармайды. Пайдаланылған су тазартылып, қайтадан өндіріске жіберіледі.</p> <p><i>Артықшылықтары:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Табиғи су нысандарынан су алу көлемі азаяды. 2. Су айдындарының ластануы толық тоқтатылады. 3. Сумен бірге кететін құнды шикізаттарды қайта алу мүмкіндігі туады <p><i>Ластану көздерін оқшаулау</i></p> <p>Инженерлік қорғау тек судың өзін тазарту емес, сонымен қатар ластанудың алдын алуды да қамтиды:</p> <ul style="list-style-type: none"> •Мұнай төгінділерімен күрес: Мұнай жинағыш кемелерді қолдану, сорбциялық бумдар (қоршаулар) орнату. •Жер асты суларын қорғау: Қатты қалдықтар полигондарының астына өткізбейтін экрандар (геомембраналар) төсеу. <p>Гидросфераны қорғаудың инженерлік-экологиялық негіздері табиғи су жүйелерінің тұрақтылығын сақтауға, су ресурстарын болашақ ұрпақ үшін қорғауға және экологиялық қауіпсіз дамуды қамтамасыз етуге бағытталған кешенді ғылыми-техникалық шаралар жүйесін құрайды.</p>
4	<p>4-Д. Су микробиологиясының негіздері</p> <p>Дәріс мақсаты: Су микробиологиясының негіздері және зерттеу әдістемелері бойынша мәліметтерді талқылау. Су микробиологиясы — гидросферадағы микроағзалардың таралуын, құрылымын, тіршілік әрекетін және олардың су экожүйелеріндегі рөлін зерттейтін ғылым саласы. Бұл пән экология, гидрология, санитарлық гигиена және қоршаған ортаны қорғау ғылымдарымен тығыз байланысты. Су микробиологиясын зерттеу су сапасын бағалау, жұқпалы аурулардың алдын алу және су ресурстарын экологиялық тұрғыдан қауіпсіз пайдалануды қамтамасыз ету үшін аса маңызды.</p> <p>Табиғи суларда әртүрлі микроағзалар кездеседі, олардың қатарына бактериялар, вирустар, саңырауқұлақтар, актиноциеттер, балдырлар мен қарапайымдылар жатады. Бұл микроағзалар су экожүйелерінде органикалық заттардың ыдырауына, биогендік элементтердің айналымына және өзін-өзі тазарту процестеріне белсенді қатысады. Сонымен қатар, кейбір патогенді микроағзалар адам денсаулығына қауіп төндіруі мүмкін.</p> <p>Су микрофлорасының құрамы су көзінің түріне, температурасына, минералдық құрамына, органикалық заттардың мөлшеріне және антропогендік әсер деңгейіне байланысты өзгереді. Өзендер мен көлдерде микроағзалардың саны әдетте маусымдық өзгерістерге ұшырайды, ал ағын сулар мен ластанған су айдындарында микробиологиялық жүктеме айтарлықтай жоғары болады.</p> <p>Су микробиологиясында санитарлық-көрсеткіш микроағзалар ұғымы маңызды орын алады. Оларға ішек таяқшасы тобының бактериялары (<i>Escherichia coli</i>), энтерококктар және басқа да индикаторлық микроағзалар жатады. Бұл микроағзалардың болуы судың фекальдық ластану деңгейін бағалауға және эпидемиологиялық қауіпсіздігін анықтауға мүмкіндік береді.</p> <p>Су микробиологиясының практикалық маңызы ауыз суды дайындау және тазарту технологияларымен тығыз байланысты. Су тазарту барысында микробиологиялық ластануды азайту үшін тұндыру, сүзу, биологиялық тазарту және залалсыздандыру (хлорлау, озондау, ультракүлгін сәулемен өңдеу) әдістері қолданылады. Бұл шаралар судың санитарлық-гигиеналық талаптарға сай болуын қамтамасыз етеді.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Судағы микроорганизмдердің жіктелуі <p>Су ортасындағы микроорганизмдер (микрофлора) екі үлкен топқа бөлінеді:</p> <p>Автохтонды микрофлора: Суда үнемі тіршілік ететін, сол ортаға бейімделген организмдер. Оларға су бактериялары (мысалы, <i>Micrococcus sandicans</i>, <i>Sarcina lutea</i>), көк-жасыл балдырлар және кейбір саңырауқұлақтар жатады.</p>

	<p>Аллохтонды микрофлора: Суға сырттан (топырақтан, ауадан, ағынды сулардан) түсетін микроорганизмдер. Бұлардың арасында патогенді (ауру тудыратын) түрлер жиі кездеседі.</p> <p>2. Судың микробиологиялық көрсеткіштері</p> <p>Судың сапасын және оның адам денсаулығына қауіпсіздігін анықтау үшін санитарлық-микробиологиялық талдау жүргізіледі. Негізгі көрсеткіштер:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Жалпы микробтық сан (ЖМС): 1 мл судағы барлық мезофильді бактериялардың саны. • Коли-индекс: 1 литр судағы ішек таяқшаларының (<i>Escherichia coli</i>) саны. • Коли-титр: Ішек таяқшасы табылатын судың ең аз мөлшері (мл-мен). <p>Маңызды: Ішек таяқшасы судың нәжіспен (фекальді) ластанғанын көрсететін басты индикатор болып табылады.</p>
5	<p>5-Д. Су экожүйелеріндегі биологиялық өзін-өзі тазарту процестері</p> <p>Биологиялық өзін-өзі тазарту — бұл гидробионттардың (судағы тірі организмдердің) тіршілік әрекеті нәтижесінде су ортасындағы ластаушы заттардың концентрациясының төмендеуі және су сапасының бастапқы табиғи күйіне келуі.</p> <p><i>Өзін-өзі тазартудың негізгі механизмдері</i></p> <p>Процесс үш өзара байланысты факторлар арқылы жүреді:</p> <p>Физикалық: Күн сәулесінің әсері (ультрақұлгін), ластаушы заттардың тұнуы (седиментация), араласу (диффузия).</p> <p>Химиялық: Судағы еріген оттегімен тотығу, гидролиз.</p> <p>Биологиялық (ең бастысы): Тірі организмдердің қатысуымен жүретін деструкция.</p> <p><i>Биологиялық тазартуға қатысушылар</i></p> <p>Судың тазартуына бүкіл трофикалық тізбек қатысады:</p> <p>Бактериялар мен саңырауқұлақтар (Редуценттер): Органикалық заттарды (нәжіс, өсімдік қалдықтары, мұнай өнімдері) минералды заттарға дейін ыдыратады.</p> <p>Балдырлар (Продуценттер): Фотосинтез процесінде суды оттегімен байытады, бұл тотығу процестері үшін қажет.</p> <p>Зоопланктон (дафниялар), қосжақтаулы моллюскалар (айқұлақтар). Олар суды өз денесі арқылы өткізіп, микроскопиялық бөлшектерді ұстап қалады. Мәселен, бір өзен айқұлағы тәулігіне 20–40 литр суды сүзе алады.</p> <p>3. <i>Биологиялық өзін-өзі тазартудың негізгі процестері</i></p> <p>Минералдану — органикалық заттардың микроағзалар әсерінен қарапайым бейорганикалық қосылыстарға айналуы</p> <p>Нитрификация және денитрификация — азот қосылыстарының тотығу және қалпына келу процестері</p> <p>Фотосинтез және тыныс алу — оттегі мен көмірқышқыл газының тепе-теңдігін реттеу</p> <p>Трофикалық байланыстар — қоректік тізбектер арқылы ластаушы заттардың биомассаға айналуы</p> <p>4. <i>Процестің кезеңдері мен әдістемелік негіздері</i></p> <p>Биологиялық өзін-өзі тазартуды зерттеуде келесі әдістемелік көрсеткіштер қолданылады:</p> <p>БОҚ (Биологиялық оттегіне қажеттілігі):</p> <p>Организмдерге судағы органикалық заттарды тотықтыру үшін қажет оттегі мөлшері. БТК неғұрлым жоғары болса, су соғұрлым лас.</p> <p><i>Өзін-өзі тазартуды ынталандырудың инженерлік әдістері</i></p> <p>Егер су айдыны ластануды өз бетімен жеңе алмаса, келесі инженерлік-экологиялық шаралар қолданылады:</p> <p>Жасанды аэрация: Суға ауа айдау арқылы оттегі деңгейін көтеру.</p> <p>Биоплато құру: Су жағасына қамыс, қоға секілді жоғары сатыдағы өсімдіктерді отырғызу (олар ауыр металдарды сіңіреді).</p> <p>Биоремедиация: Суға ластаушы заттарды (мысалы, мұнайды) ыдырататын арнайы бактериялық штаммдарды енгізу.</p> <p>Бұл факторлардың өзгеруі биологиялық өзін-өзі тазарту тиімділігін арттыруы немесе төмендетуі мүмкін.</p> <p>Антропогендік әсер және экологиялық шектеулер</p> <p>Шектен тыс ластану, ағын сулардың көп түсуі, эвтрофикация және гидротехникалық құрылыстар салу су экожүйелерінің табиғи өзін-өзі тазарту қабілетін әлсіретеді. Сондықтан антропогендік жүктеме су айдындарының экологиялық сыйымдылығына сәйкес реттелуі тиіс.</p> <p><i>Биологиялық өзін-өзі тазартудың практикалық маңызы</i></p> <p>су сапасын табиғи жолмен жақсарту;</p> <p>ауыз су көздерін қорғау;</p> <p>ағын суларды биологиялық тазарту технологияларын жетілдіру;</p> <p>экологиялық мониторинг пен бағалаудың ғылыми негізін қалыптастыру.</p> <p>Биологиялық өзін-өзі тазарту — бұл суды табиғи сүзгіден өткізу механизмі. Алайда, антропогендік ластану деңгейі экожүйенің мүмкіндігінен асып кетсе, бұл механизм істен шығып, су айдынының эвтрофикациясына (батпақтануына) әкеледі.</p>

6	<p>6-Д. Су сапасын биологиялық және экологиялық бағалау Дәріс мақсаты:</p> <p>1. Су сапасын бағалаудың маңызы</p> <p>Су сапасын биологиялық және экологиялық бағалау — су экожүйелерінің қазіргі жағдайын, антропогендік әсер деңгейін және олардың экологиялық тұрақтылығын анықтауға бағытталған маңызды ғылыми бағыт. Бұл бағалау су ресурстарын қорғау, тиімді пайдалану және халықтың санитарлық-эпидемиологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін қажет.</p> <p>Физика-химиялық көрсеткіштер су сапасын жедел сипаттағанымен, биологиялық және экологиялық әдістер су айдындарының ұзақ мерзімді экологиялық жағдайын кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді.</p> <p>3. Биологиялық индикаторлар және биоиндикация</p> <p>Биоиндикация — белгілі бір организмдердің немесе олардың қауымдастықтарының су сапасының көрсеткіші ретінде қолданылуы. Кейбір түрлер ластануға өте сезімтал болса, басқалары жоғары деңгейдегі ластануға төзімді келеді.</p> <p><i>Кең қолданылатын биоиндикаторларға:</i></p> <p>ішек таяқшасы тобының бактериялары (санитарлық көрсеткіш); диатомды балдырлар (трофикалық жағдай индикаторы); олигохеттер мен хирономидтер (органикалық ластану көрсеткіші); балықтардың түрлік құрамы мен физиологиялық жағдайы жатады.</p> <p><i>Биоиндикация әдісі</i></p> <p>Бұл әдіс су айдынында белгілі бір ағзалардың (индикаторлардың) болуына немесе болмауына негізделген. Тірі ағзалар судың ұзақ уақыт бойғы жағдайын «есте сақтайды», ал химиялық талдау тек сынама алған сәттегі көрсеткішті береді.</p> <p>Таза су индикаторлары: Бекіре балықтары, бахта (форель), өзен шаяндары, инелік дернәсілдері. Лас су индикаторлары: Түтікше құрттар (трубочник), егеуқұйрық тәрізді дернәсілдер (крыска), көк-жасыл балдырлардың шамадан тыс көбеюі.</p> <p><i>Биологиялық және экологиялық бағалаудың практикалық маңызы</i></p> <p>су объектілерінің экологиялық жағдайын ұзақ мерзімді бақылау; антропогендік әсерді бағалау және болжау; су қорғау шараларын ғылыми негіздеу; экологиялық мониторинг жүйесін жетілдіру; су ресурстарын тұрақты басқару.</p>
	<p>Модуль 2. Гидросфераны биологиялық әдістер мен қорғау технологиялары</p>
	<p>Д7. Су экожүйелерін қорғауда биотехнологиялық әдістер</p> <p>Су экожүйелерін қорғаудағы биотехнологиялық әдістер — бұлар микроорганизмдердің, өсімдіктердің немесе олардың ферменттерінің көмегімен суды ластаушы заттардан тазартудың ең экологиялық таза әрі тиімді жолдары. Химиялық әдістермен салыстырғанда, биотехнология екінші қайтара ластануды тудырмайды.</p> <p>1. Биоремедиация</p> <p>Бұл — микроорганизмдерді (бактериялар, саңырауқұлақтар) қолдану арқылы су айдындарын мұнай өнімдерінен, пестицидтерден және басқа да органикалық токсиндерден тазарту.</p> <p>In-situ (орында): Ластанған су айдынының өзінде микроорганизмдердің көбеюіне жағдай жасау (оттегі, қоректік заттар қосу).</p> <p>Ex-situ (тысқары): Ластанған суды арнайы биореакторларға айдап, сол жерде тазарту.</p> <p>2. Фиторемедиация</p> <p>Су экожүйелерін тазарту үшін жоғары сатыдағы су өсімдіктерін қолдану. Өсімдіктер ластаушы заттарды тамыры арқылы сіңіреді немесе бейтараптандырады.</p> <p>Фитоэкстракция: Өсімдіктердің ауыр металдарды (сынап, қорғасын, кадмий) бойына жинауы.</p> <p>Фитодеградация: Өсімдік ферменттерінің көмегімен күрделі органикалық қосылыстарды ыдырату.</p> <p>Қолданылатын өсімдіктер: Қамыс (тростник), қоға (рогоз), су лалагүлі (эйхорния). Әсіресе Эйхорния (су гиацинты) фенолдарды, фосфаттарды және металдарды өте жылдам сіңіру қабілетімен танымал.</p> <p>3. Белсенді лай технологиясы</p> <p>Бұл — қалалық ағынды суларды тазарту станцияларында қолданылатын ең кең таралған биотехнологиялық әдіс.</p> <p>Аэротенктер: Мұнда ағынды сулар белсенді лаймен (микроорганизмдер жиынтығымен) араласады.</p> <p>Аэрация: Суға үздіксіз ауа беріледі, бұл аэробты бактериялардың органикалық қалдықтарды қарқынды ыдыратуына мүмкіндік береді.</p> <p>Нәтиже: Органикалық заттар - суға, көмірқышқыл газына және жаңа биомассаға айналады.</p> <p><i>Жасанды батпақты жерлер</i></p> <p>Инженерлік жолмен жасалған, табиғи батпақтардың жұмысын имитациялайтын экожүйелер. Мұнда су өсімдіктер, топырақ және микроорганизмдер қабаты арқылы баяу өтіп, табиғи түрде сүзіледі.</p> <p>Артықшылығы: Электр энергиясын қажет етпейді. Шағын елді мекендер мен фермалар үшін өте тиімді.</p>

	<p>Биологиялық әртүрлілікті арттырады.</p> <p><i>Биосорбция</i> Тірі емес биомассаны (мысалы, кептірілген балдырлар, саңырауқұлақтар, ауыл шаруашылығы қалдықтары) сүзгі ретінде қолдану. Бұл материалдардың беткі қабаты ауыр металдардың иондарын өзіне тартып, ұстап қалады.</p> <p><i>Биотехнологиялық әдістердің артықшылықтары:</i> Экономикалық тиімділік: Қымбат химиялық реагенттерді қажет етпейді. Экологиялық қауіпсіздік: Қалдық ретінде тек табиғи қосылыстар түзіледі. Кешенді тазарту: Бір мезгілде бірнеше ластаушы заттарды (органика, металдар, биогендер) жою мүмкіндігі. Су экожүйелерін қорғауда биотехнологиялық әдістер — заманауи экологиялық қауіпсіз және тиімді құралдардың бірі. Бұл әдістерді ғылыми негізде және кешенді түрде қолдану су ресурстарының сапасын сақтауға және экожүйелердің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.</p>
8	<p>8-Д. Ағынды суларды аэробты биологиялық тазарту</p> <p>Ағынды суларды аэробты биологиялық тазарту — бұл еріген оттегі бар ортада микроорганизмдердің (бактериялар, қарапайымдылар) көмегімен органикалық ластаушы заттарды ыдырату процесі. Бұл қазіргі таңда қалалық және өндірістік ағынды суларды тазартудың ең негізгі әдісі болып табылады. Бұл әдіс су тазарту технологияларында ең кең таралған және тиімді тәсілдердің бірі болып табылады. Аэробты жағдайда микроағзалар органикалық заттарды көмірқышқыл газы, су және биомассаға дейін минералдандырады.</p> <p>1. Процестің физика-химиялық негізі</p> <p>Аэробты тазарту кезінде микроорганизмдер органикалық заттарды өздеріне қорек ретінде пайдаланады. Процесс келесі формула бойынша жүреді: Органикалық заттар + O₂ <u>микроорганизмдер</u> CO₂ + H₂O + Энергия + Жаңа биомасса</p> <p>Бұл жерде оттегі шешуші рөл атқарады. Ол микроорганизмдердің тыныс алуы және тотығу реакциялары үшін қажет.</p> <p>2. <i>Аэробты тазарту процесінің биологиялық негіздері</i></p> <p>Аэробты тазартуда негізгі рөлді гетеротрофты бактериялар, нитрификациялаушы микроағзалар, қарапайымдылар мен микроскопиялық саңырауқұлақтар атқарады.</p> <p>4. <i>Процеске әсер ететін негізгі факторлар</i></p> <p>температура (оптималдысы 15–30 °С); еріген оттегі концентрациясы; рН ортасы (6,5–8,5); органикалық жүктеме; гидравликалық ұстау уақыты; белсенді лайдың жасы мен концентрациясы.</p> <p>5. Аэробты тазартудың артықшылықтары мен кемшіліктері</p> <p><i>Артықшылықтары:</i> тазарту тиімділігінің жоғары болуы; тұрақты және басқаруға ыңғайлы процесс; патогенді микроағзалардың азаюы.</p> <p><i>Кемшіліктері:</i> энергия шығынының жоғары болуы (аэрация); артық лайдың түзілуі; температуралық режимге тәуелділік.</p> <p>6. <i>Аэробты биологиялық тазартудың экологиялық маңызы</i></p> <p>Аэробты биологиялық тазарту су объектілеріне түсетін ластаушы жүктемені айтарлықтай төмендетіп, су экожүйелерінің экологиялық қауіпсіздігін қамтамасыз етеді. Бұл әдіс су ресурстарын қорғау және тұрақты пайдалану жүйесінің ажырамас бөлігі болып табылады.</p>
9	<p>9-Д. Ағынды суларды анаэробты тазарту технологиялары</p> <p>Ағынды суларды анаэробты тазарту — бұл оттегісіз ортада арнайы микроорганизмдердің (анаэробтардың) көмегімен күрделі органикалық заттарды ыдырату процесі. Бұл технология көбінесе органикалық ластану деңгейі өте жоғары (тамақ өнеркәсібі, ауыл шаруашылығы, спирт зауыттары) ағынды суларды өңдеу үшін қолданылады.</p> <p>Процестің химиялық механизмі</p> <ul style="list-style-type: none"> • Анаэробты ыдырау (немесе метантүзілу) төрт негізгі кезеңнен тұрады: • Гидролиз: Күрделі белоктар, майлар мен көмірсулардың қарапайым қосылыстарға ыдырауы. • Ацидогенез (Қышқыл түзілу): Органикалық қышқылдар мен спирттердің түзілуі. • Ацетогенез: Сірке қышқылының, сутегі мен көмірқышқыл газының түзілуі. • Метаногенез: Метан түзуші бактериялардың көмегімен соңғы өнім — биогаздың бөлінуі. <p>Органикалық заттар анаэробты бактериялар CH₄ (метан) + CO₂ + H₂O + биомасса</p> <p>Негізгі технологиялық қондырғылар</p> <p>А) Метантенктер. Бұл — герметикалық жабылған, ішінде араластырғыштары мен жылыту жүйесі бар резервуарлар. Мұнда ағынды сулар мен лай шөгінділері өңделеді.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Термофильді режим: 50-550 С (жылдам жүреді, бірақ энергияны көп қажет етеді). • Мезофильді режим: 30-350 С (тұрақты және кең таралған).

	<p>Б) UASB-реакторлары.</p> <p>Бұл — судың жоғары бағытталған ағыны бар анаэробты реакторлар. Су астынан жоғары қарай айдалады және бактериялардың тығыз түйіршікті (грануляцияланған) қабаты арқылы өтеді. Реактордың жоғарғы бөлігінде газды, сұйықтықты және қатты заттарды бөлетін сепаратор орналасқан.</p> <p>Анаэробты әдістің басты артықшылықтары</p> <ul style="list-style-type: none"> • Энергия өндіру: Процесс нәтижесінде биогаз түзіледі (60-70% метан), оны отын немесе электр энергиясы ретінде пайдалануға болады. Аэрацияның жоктығы: Оттегі айдау үшін электр энергиясы жұмсалмайды. • Лай мөлшерінің аздығы: Аэробты әдіске қарағанда артық белсенді лай 5-10 есе аз түзіледі. • Концентрацияланған суларды тазарту: Өте "ауыр" ағынды суларды өңдеуге қабілетті. <p>Әдістің кемшіліктері мен шектеулері</p> <ul style="list-style-type: none"> • Төмен жылдамдық: Процесс аэробты тазартуға қарағанда баяу жүреді. • Иіс: Жабық жүйе болмаса, жағымсыз иіс (күкіртсутегі) шығуы мүмкін. • Температураға тәуелділік: Төмен температурада бактериялардың белсенділігі күрт төмендейді. • Тольқ тазартпау: Көбінесе анаэробты кезеңнен кейін суды соңына дейін тазарту үшін аэробты блок (аэротенк) қажет. <p>Анаэробты технологиялар бүгінгі таңда тек тазарту құралы емес, сонымен қатар "жасыл энергия" көзі ретінде қарастырылады.</p>
	<p>Д 10. Химиялық ластаушы заттарды биодеградациялау</p> <p>Химиялық ластаушы заттарды биодеградациялау — бұл қоршаған ортадағы улы химиялық қосылыстардың (ксенобиотиктердің) микроорганизмдердің, саңырауқұлақтардың немесе өсімдік ферменттерінің әсерінен зиянсыз немесе аз улы заттарға ыдырау процесі.</p> <p>Биодеградация — химиялық немесе органикалық ластаушы заттарды микроағзалар, саңырауқұлақтар, өсімдіктер немесе ферменттік жүйелер арқылы бейорганикалық немесе аз улы қосылыстарға дейін ыдырату процесі. Бұл процесс табиғи өзін-өзі тазарту механизмінің негізі болып табылады және су экожүйелеріндегі ластанудың төмендеуіне ықпал етеді.</p> <p>Биодеградацияның экологиялық маңызы:</p> <p>судың токсикологиялық қауіпсіздігін арттыру; экожүйелердің биологиялық тепе-теңдігін сақтау; антропогендік ластануды азайту.</p> <p>Инженерлік-экологиялық тұрғыдан бұл — техногендік ластануды табиғи жолмен тазартудың ең тиімді және экономикалық тиімді әдісі.</p> <p><i>1. Биодеградацияның негізгі нысандары</i></p> <p>Микроорганизмдер ыдырата алатын негізгі химиялық ластаушыларға мыналар жатады:</p> <p>Мұнай көмірсутектері: Бензин, керосин, мазут, парафиндер (ең көп зерттелген сала).</p> <p>Пестицидтер мен гербицидтер: Ауыл шаруашылығында қолданылатын күрделі улы химикаттар (мысалы, ДДТ).</p> <p>Синтетикалық беттік-белсенді заттар (СББЗ): Тұрмыстық және өндірістік жуғыш заттар.</p> <p>Фенолдар мен хлорлы органикалық қосылыстар: Пластик, бояу және фармацевтика өндірісінің қалдықтары.</p> <p><i>2. Химиялық ластаушы заттардың түрлері</i></p> <p>Биодеградация процесіне әсер ететін негізгі ластаушы заттар:</p> <p>Органикалық қосылыстар: көмірсутектер (мұнай өнімдері), фенолдар, пестицидтер, пластмассалар, дәрілік заттардың қалдықтары.</p> <p>Бейорганикалық қосылыстар: ауыр металдар, нитраттар, фосфаттар, хлор қосылыстары.</p> <p>Синтетикалық химикаттар: полихлорланған бифенилдер (ПХБ), кейбір инсектицидтер мен органикалық қышқылдар.</p> <p><i>3. Биодеградация механизмдері</i></p> <p>Микробтық деградация</p> <p>Гетеротрофты бактериялар органикалық заттарды энергия көзі ретінде пайдаланады.</p> <p>Анаэробты және аэробты процестер арқылы көмірқышқыл газы, су және биомасса түзіледі.</p> <p>Ферментативтік ыдырау</p> <p>Ластаушы заттар ферменттік реакциялар арқылы химиялық құрылымы өзгеріп, бейтарап немесе аз улы қосылыстарға айналады.</p> <p>Биосорбция және биоконверсия</p> <p>Микроағзалар немесе өсімдіктердің жасушалық матрицасы арқылы ауыр металдар мен токсиндер жинақталады.</p> <p>Химиялық ластаушы заттар метаболизм барысында төмен токсикалық формаларға айналады.</p> <p>Биодеградацияны қолдану әдістері</p> <p><i>In situ</i> әдісі</p> <p>Ластанған су немесе топырақта табиғи микроағзаларды немесе арнайы таңдалған штамдарды қолдану.</p> <p>Артықшылық: экожүйенің құрылымын сақтау.</p> <p><i>Ex situ</i> әдісі</p> <p>Ластанған ортаны арнайы биореакторларда тазарту.</p>

	<p>Артықшылық: процесті бақылау мүмкіндігі жоғары, тездетілген биодеградация.</p> <p>Биоремедиация және фитотазарту</p> <p>Микроағзалар мен өсімдіктерді қолдану арқылы ластаушы заттарды ыдырату немесе сіңіру.</p> <p>Артықшылық: экологиялық қауіпсіз, ұзақ мерзімді әсер береді.</p>
11	<p>11-Д. Биоремедиация және фитотазарту әдістері</p> <p>Биоремедиация — қоршаған ортаның ластанған компоненттерін (су, топырақ, шөгінділер) тірі ағзалардың, негізінен микроағзалардың көмегімен тазарту әдістерінің жиынтығы. Бұл тәсіл табиғи биохимиялық процестерге негізделіп, ластаушы заттарды уытсыз немесе аз қауіпті қосылыстарға дейін ыдыратуға мүмкіндік береді. Биоремедиация экологиялық қауіпсіздігімен және экономикалық тиімділігімен ерекшеленеді.</p> <p>Биоремедиацияның негізгі механизмдері</p> <p>Биоремедиация барысында келесі биологиялық процестер жүзеге асады:</p> <p>биодеградация — органикалық ластаушы заттардың микроағзалар арқылы ыдырауы;</p> <p>биоминералдану — күрделі органикалық қосылыстардың бейорганикалық заттарға айналуы;</p> <p>биосорбция — микроағзалар жасушаларының бетінде ауыр металдардың байланысуы;</p> <p>биоконверсия — ластаушы заттардың химиялық формасының өзгеруі.</p> <p><i>Биоремедиация әдістерінің түрлері</i></p> <p>In situ биоремедиация</p> <p>Ластанған ортаны орнынан қозғамай тазарту. Бұл әдіс табиғи жағдайларда жүзеге асырылады және экожүйенің құрылымын сақтауға мүмкіндік береді.</p> <p>Ex situ биоремедиация</p> <p>Ластанған ортаны қазып алып немесе жинап, арнайы қондырғыларда тазарту. Бұл әдіс процесті басқару мүмкіндігін арттырады.</p> <p>Фитотазарту — жоғары сатыдағы су және құрлық өсімдіктерін пайдалану арқылы ластанған ортаны тазарту әдісі. Өсімдіктер ластаушы заттарды сіңіріп, жинақтайды немесе оларды физиологиялық процестер барысында бейтараптайды.</p> <p>Фитотазартудың негізгі түрлері</p> <p>Фитоэкстракция — ауыр металдарды өсімдік биомассасында жинақтау;</p> <p>Фитостабилизация — ластаушы заттардың қозғалғыштығын төмендету;</p> <p>Фитодеградация — органикалық қосылыстарды өсімдік ферменттерімен ыдырату;</p> <p>Ризофильтрация — өсімдік тамырлары арқылы суды тазарту.</p> <p><i>Биоремедиация және фитотазарту әдістері</i> су экожүйелерін қалпына келтіруде, өндірістік және ауылшаруашылық ластануларды жоюда кеңінен қолданылады. Бұл әдістер табиғи өзін-өзі тазарту процестерін күшейтіп, экологиялық тепе-теңдікті сақтауға мүмкіндік береді.</p> <p><i>Биоремедиация және фитотазарту</i> — қоршаған ортаны қорғаудың заманауи, тұрақты және экологиялық қауіпсіз әдістері. Оларды ғылыми негізде қолдану су және жер ресурстарының сапасын сақтауға және экожүйелердің ұзақ мерзімді тұрақтылығын қамтамасыз етуге жағдай жасайды.</p>
12	<p>12-Д. Микроорганизмдер консорциумдары және биофилтр түзуші микроорганизмдер</p> <p>1. <i>Микроорганизмдер консорциумдары ұғымы</i></p> <p>Микроорганизмдер консорциумдары — әртүрлі микроағзалардың (бактериялар, актиномицеттер, саңырауқұлақтар, қарапайымдылар) өзара әрекеттесуі арқылы органикалық және бейорганикалық заттарды ыдыратуға бағытталған үйлесімді топтары.</p> <p>Консорциумдардың негізгі ерекшеліктері:</p> <p>әртүрлі микроағзалардың метаболизм процестерін біріктіру;</p> <p>ластаушы заттардың кең спектрін ыдырату қабілеті;</p> <p>биологиялық тұрақтылық пен экожүйенің өзін-өзі тазарту қабілетін арттыру;</p> <p>аэробты және анаэробты процестерде тиімді жұмыс істеу мүмкіндігі.</p> <p>Мысалы, бір бактериялық штамм органикалық көмірсуларды ыдыратса, екіншісі азот қосылыстарын нитрификациялайды, ал үшіншісі фенолдық қосылыстарды ыдыратады. Осылайша, консорциум ластаушы заттарды толықтай жоюға қабілетті болады.</p> <p><i>Микроорганизмдер консорциумының рөлі</i></p> <p>Табиғатта және тазарту қондырғыларында микроорганизмдер сирек жағдайда жалғыз әрекет етеді.</p> <p><u><i>Консорциумның артықшылықтары:</i></u></p> <p>Метаболикалық кооперация: Бір бактерия күрделі молекуланы (мысалы, мұнайды) аралық өнімге дейін ыдыратса, екіншісі сол өнімді соңына дейін минералдандырады.</p> <p>Төзімділік: Консорциум мүшелері сыртқы ортаның қолайсыз факторларына (температураның ауытқуы, улы заттардың концентрациясы) төзімдірек келеді.</p> <p><i>Трофикалық байланыс:</i> Бір түрдің қалдығы екінші түр үшін корек болып табылады.</p> <p>Биофилтр түзуші микроорганизмдер</p> <p>Биофилтр — су немесе ағынды суды ластанған заттардан тазарту үшін арнайы микробтық қабықша түзілген сүзгі құрылымы. Бұл қабықшаны түзетін микроорганизмдер биофилтр түзуші микроорганизмдер деп аталады.</p> <p>Биофилтрде - микроорганизмдер тегіс емес, көпқабатты қабықша түзеді, ол ластаушы заттарды механикалық, химиялық және биологиялық жолдар арқылы тиімді ұстайды және ыдыратады.</p> <p><i>Биофилтр түзуші микроорганизмдердің негізгі топтары:</i></p>

	<p>Аэробты бактериялар: органикалық заттарды тотығады (<i>Nitrosomonas, Pseudomonas</i>); Анаэробты бактериялар: нитраттарды және кейбір ауыр органикалық қосылыстарды ыдыратады; Актиномицеттер: тұрақты органикалық заттарды және кейбір токсиндерді ыдыратады; Саңырауқұлақтар: күрделі органикалық қосылыстарды (целлюлоза, лигнин) ыдыратады; Қарапайымдылар: бактериялар мен балдырларды қоректендіру арқылы биологиялық тазарту тиімділігін арттырады. Микроорганизмдер консорциумдарының және биофилтрлердің артықшылықтары Кешенді ластаушы заттарды ыдырату — әртүрлі микроағзалардың үйлесімді қызметі арқылы органикалық және кейбір бейорганикалық қосылыстар толық жойылады; Экологиялық қауіпсіздік — химиялық реагенттерді аз қолдану; Суды сапалы тазарту — органикалық жүктеменің төмендеуі, микроорганизмдердің табиғи өзін-өзі тазарту процесін күшейту; Өндірістік және табиғи орталарда қолдану мүмкіндігі — аэробты және анаэробты жүйелерде тиімді. Консорциумдарды инженерлік қолдану Қазіргі биотехнологияда белгілі бір мақсатқа бағытталған жасанды консорциумдар жасалады: Мұнай деструкторлары: Мұнайдың әртүрлі фракцияларын (алифатты, ароматикалық) жейтін 4-5 штаммнан тұратын қоспа. Күрделі токсиндерге қарсы: Пестицидтерді немесе синтетикалық заттарды ыдыратуға арналған мамандандырылған топтар. Биофилтрдің тиімділігі ондағы микроорганизмдердің түрлік әртүрлілігіне тікелей байланысты. Консорциум неғұрлым бай болса, тазарту процесі соғұрлым тұрақты жүреді.</p>
13	<p>13-Д. Судың сапробтылық жүйелеріндегі микроорганизмдердің биосинтезі 1. Сапробтылық аймақтарындағы биосинтез ерекшеліктері Сапробтылық деңгейіне қарай микроорганизмдердің метаболизмі мен биосинтезі келесідей өзгереді: А) Полисапробты аймақ (Өте қатты ластанған) Бұл аймақта органикалық заттар (белоктар, майлар, көмірсулар) өте көп, бірақ оттегі мүлдем жоқ (анаэробты орта). Биосинтез бағыты: Микроорганизмдер энергияны ашу (брожение) немесе анаэробты тыныс алу арқылы алады. Биомассаның өсуі қарқынды, бірақ өнім ретінде жасушадан тыс ферменттер (протеазалар, липазалар) көп бөлінеді. Синтезделетін өнімдер: Метан (CH_4), күкіртсутегі (H_2S), аммиак және төмен молекулалы май қышқылдары. Б) Мезосапробты аймақ (Орташа ластанған) Органикалық заттардың тотығуы жүріп жатқан, оттегі пайда бола бастаған аймақ. Биосинтез бағыты: Мұнда аэробты және факультативті-анаэробты микроорганизмдер басым. Биосинтез процестері минералдануға бағытталған. Синтезделетін өнімдер: Аминқышқылдарының синтезі, АТФ-тың жоғары өндірісі және белсенді лайдың (зооглейдің) түзілуі. Нитрификация процесі басталып, нитриттер синтезделеді. В) Олигосапробты аймақ (Таза су) Органикалық заттар өте аз, оттегі мөлшері жоғары. Биосинтез бағыты: Микроорганизмдер "аштық" жағдайында жұмыс істейді. Биомассаның өсуі баяу. Бактериялар қор жинаушы заттарды (полисахаридтер, полифосфаттар) синтездеуге бейімделеді. Синтезделетін өнімдер: Автотрофты және хемолитотрофты синтез басым. <i>Биосинтездің биохимиялық көрсеткіштері</i> Су экожүйесіндегі биосинтез қарқындылығын анықтау үшін келесі көрсеткіштер қолданылады: АТФ (Аденозинтрифосфат) концентрациясы: Судағы тірі микроорганизмдердің жалпы биомассасы мен олардың энергетикалық күйінің индикаторы. Дегидрогеназа белсенділігі: Микроорганизмдердің тыныс алу тізбегіндегі ферменттердің жұмысы. Ол органикалық заттардың ыдырау (катаболизм) жылдамдығын көрсетеді. Нуклеин қышқылдарының (ДНК/РНК) синтезі: Жасушалардың бөліну және популяцияның өсу жылдамдығын сипаттайды. Зооглей түзілуі — маңызды биосинтез өнімі Сапробты жүйелерде (әсіресе мезосапробты) бактериялар жасушадан тыс полисахаридтерді — экзополисахаридтерді синтездейді. Бұл процесс суды тазартуда шешуші рөл атқарады: Бактериялар бір-біріне жабысып, флоктар (үйінділер) түзеді. Бұл үйінділер судағы ұсақ дисперсті ластаушы заттарды адсорбциялайды. Биосинтезделген бұл шырышты қабық микроорганизмдерді улы заттардың әсерінен қорғайды. Түйін: Судың сапробтылығы жоғарылаған сайын микроорганизмдердің биосинтезі конструктивті метаболизмнен (өсу) көбіне энергетикалық және қорғаныстық (ферменттер мен шырыш бөлу) метаболизмге ауысады.</p>

14	<p>14-Д. Ағынды суларды тазалауда қолданылатын негізгі жабдықтар Ағынды суларды тазарту — бұл күрделі инженерлік процесс. Ластану түріне (механикалық, химиялық, биологиялық) байланысты арнайы жабдықтардың кешені қолданылады. Барлық жабдықтарды тазарту кезеңдеріне қарай топтастыруға болады.</p> <p>1. Механикалық тазарту жабдықтары Бұл кезең суды ірі қоқыстардан, құмнан және майлардан тазартуға арналған. Торлар мен елеуіштер (Решетки): Судағы ірі заттарды (пластик, қағаз, ағаш) ұстап қалады. Олар қолмен немесе автоматты түрде тазаланатын болып бөлінеді. Құм ұстағыштар (Песколовки): Су ағынының жылдамдығын азайту арқылы ауыр минералды бөлшектердің (құм, шыны сынықтары) түбіне шөгуін қамтамасыз етеді. Май ұстағыштар (Жируловители): Су мен майдың тығыздық айырмашылығына негізделген. Май бетіне қалқып шығады, кейін механикалық жолмен алынады.</p> <p>2. Физика-химиялық тазарту жабдықтары Ұсақ дисперсті және еріген заттарды жою үшін қолданылады. Тұндырғыштар (Отстойники): Бірінші реттік және екінші реттік болып бөлінеді. Мұнда ауырлық күшінің әсерінен ластаушы заттар шөгінді түрінде жиналады. Олар радиалды, вертикалды немесе горизонталды болуы мүмкін. Флотаторлар (Флотаторы): Суға ұсақ ауа көпіршіктерін жіберу арқылы ластаушы бөлшектерді (мұнай, май) бетіне көтереді. Реагенттік шаруашылық: Коагулянттар мен флокулянттарды (ластаушы заттарды ірілендіретін химиялық заттар) дайындауға және суға мөлшерлеп қосуға арналған бактар мен дозаторлар.</p> <p>3. Биологиялық тазарту жабдықтары Микроорганизмдердің көмегімен органикалық заттарды ыдыратуға арналған негізгі инженерлік құрылыстар. Аэротенктер: Су мен белсенді лай араласатын үлкен резервуарлар. Мұнда аэротенктер (суды оттегімен байытатын жабдық) маңызды рөл атқарады. Биофилтрлер: Ішінде арнайы жүктемесі (пластик, қиыршық тас) бар қондырғы. Оның бетінде микроорганизмдер биопленка түзеді. Метантенктер: Органикалық шөгінділерді оттегісіз (анаэробты) өңдеп, биогаз алуға арналған жабық герметикалық сыйымдылықтар.</p> <p>4. Залалсыздандыру және қосымша тазарту жабдықтары Тазартылған суды табиғатқа жібермес бұрын соңғы өңдеуден өткізеді. Ультракүлгін (УК) зарарсыздандыру қондырғылары: Лампалар арқылы суды патогенді микробтардан тазартады. Бұл хлорлауға қарағанда қауіпсіз әдіс. Құмды және мембраналық сүзгілер: Суды мөлдірлету және ең ұсақ бөлшектерді ұстап қалу үшін қолданылады (мысалы, кері осмос жүйелері).</p>
15	<p>15-Д. Тұрақты даму және гидросфераны қорғаудың болашағы Биореактор — микроорганизмдерді немесе өсімдіктерді қолдана отырып ағынды суды тазартуға арналған жабдық. Биореакторлар ластаушы заттарды биохимиялық жолмен ыдыратуды қамтамасыз етеді. Негізгі ерекшеліктері: Аэробты және анаэробты режимдерде жұмыс істей алады: микроағзалардың биохимиялық процестеріне сәйкес; Процесті басқару мүмкіндігі: температура, рН, оттегін концентрациясы және қоректік заттар реттеледі; Қолданылуы кең: өнеркәсіптік, қалалық ағынды суларды тазарту, биомассаны өндіру; Жабдық түрлері: толық араластырылатын, биофильмді, қабаттасқан немесе мультиреакторлық жүйелер. Биореакторлар органикалық және кейбір бейорганикалық заттарды тиімді жояды, патогендерді азайтады және судың санитарлық сапасын жақсартады.</p> <p>2. Тұндырғыштар Тұндырғыш — суда ерімейтін немесе суспендталған бөлшектерді механикалық жолмен бөліп алатын құрылғы. Негізгі ерекшеліктері: Механикалық тазалау: лай, ірі бөлшектер және биомасса тұндырылады; Суды алдын ала тазарту: биореакторларда микроағзалардың тиімді жұмысын қамтамасыз ету үшін; Типтері: жылжымалы, конус тәрізді, көпсатылы, толық тоқтатылатын тұндырғыштар; Процесс: гравитациялық бөліну, кейде флокуляцияны қолдану арқылы тиімділігі артады. Тұндырғыштар ластаушы заттарды азайту арқылы биологиялық тазартудың бастапқы кезеңін қалыптастырады.</p> <p>3. Сүзгілер Сүзгілер — судан ұсақ бөлшектерді, микроағзаларды және кейде бактерияларды шығару үшін қолданылады. Негізгі ерекшеліктері: Құрылым түрлері: катушкалы, мембраналық, биофилтр негізіндегі; Биологиялық немесе механикалық сүзу: биофилтрдегі микроорганизмдер органикалық заттарды ыдыратады;</p>

Қолданылуы: екінші немесе үшінші деңгейлі тазартуда, суда қатты және микроорганикалық бөлшектерді азайтуда;
Артықшылығы: суды толық немесе ішінара тазарту, ластанудың алдын алу.
Сүзгілер биологиялық процестермен үйлесіп, судың соңғы сапасын жақсартады.

4. Қосымша құрылғылар

Қосымша құрылғылар — ағынды суларды тазарту процесін қолдау, тиімділігін арттыру және процесті автоматтандыру үшін қолданылады.

Мысалдар мен ерекшеліктері:

Аэрациялық қондырғылар — аэробты биореакторларда оттегі қамтамасыз етеді;
Қозғалтқыштар мен араластырғыштар — биореактордағы және тұндырғыштағы біркелкі араластыруды қамтамасыз етеді;
Қадағалау және өлшеу құралдары — рН, температура, оттегі, биологиялық оттегі тұтыну және ластаушы зат концентрациясын бақылау;
Химиялық қоспаларды енгізу құрылғылары — коагулянттар мен флокуляцияны қамтамасыз ету үшін;
Автоматтандырылған жүйелер — су тазарту процесін қадағалау мен реттеуді жеңілдетеді.
Қосымша құрылғылар биореакторлар мен сүзгілердің тиімділігін арттырады және ағынды суларды экологиялық талаптарға сәйкес тазартуға мүмкіндік береді.

Дәріскер _____ Кирбаева Д.К.

