

Оразбаев А.Е., Қуатбаев А.Т., Керимкулова А.Б.

**«Биогеохимия және Экотоксикология» пәні бойынша
5B060800-экология мамандығының студенттері үшін зертханалық
жұмыс жүргізуге әдістемелік нұсқау**

Алматы 2018

Мазмұны

	Кіріспе	5
1	Биогеохимия	7
1.1	Биогеохимия пәні бойынша зертханалық жұмыстар	7
1.1.1	№1 Зертханалық жұмыс Элементтер мен изотоптардың биогеохимиялық қасиеттерін зерттеу бойынша зертханалық жұмыс (2 сағат)	7
1.1.2	№2 Зертханалық жұмыс Тау жыныстарының негізгі түрлерінде таралған химиялық элементтердің таралуын бағалау (2 сағат)	11
1.1.3	№3 Зертханалық жұмыс Судағы металдар мен бейметалдар иондарының мөлшерін анықтау (2 сағат)	15
1.1.4	№4 Зертханалық жұмыс Жер бетіндегі және су экожүйелеріндегі зат және энергетикалық ағындар (2 сағат)	18
1.1.5	№5 Зертханалық жұмыс Биосферадағы айналымдар. Биосферадағы су айналымы (3 сағат)	21
1.1.6	№6 Зертханалық жұмыс Орман экожүйесіндегі заттардың материалдық ағыны (4 сағат)	30
2	Экотоксикология	41
2.1	Экотоксикология бойынша зертханалық жұмыстар	52
2.1.1	№1 Зертханалық жұмыс Инфузориялар арқылы уыттылықты анықтау (1 сағат)	52
2.1.2	№2 Зертханалық жұмыс Дафния арқылы судың және топырақтың, ақаба сулардың шөгіндісінің, қалдықтардың су сүзіндісінің уыттылығын анықтау (2 сағат)	54
2.1.3	№3 Зертханалық жұмыс Саңырауқұлақ культурасының уыттылығын анықтау (1 сағат)	60
2.1.4	№4 Зертханалық жұмыс Топырақтың уыттылығын анықтау (2 сағат)	62
2.1.5	№5 Зертханалық жұмыс Фитоулылықты өскіндер әдісімен анықтау (1 сағат)	63
2.1.6	№6 Зертханалық жұмыс Дәрі-дәрмектердің антимикробиологиялық әсерін анықтау (1 сағат)	65
2.1.7	№7 Зертханалық жұмыс Ауыр метал тұздарының өсімдік жасушаларына әсерін тексеру (1 сағат)	67
2.1.8	№8 Зертханалық жұмыс	70

	Токсиканттардың тірі организмдерге тигізетін жеке реакцияларын анықтау үшін селективті қоректік орталарды дайындау (1 сағат)	
2.1.9	№9 Зертханалық жұмыс Уытты заттардың микроорганизмдерге әсері. Микроағзалардың токсиндері(1 сағат)	71
2.1.10	№10 Зертханалық жұмыс <i>In vitro</i> өсімдіктерінің токсинқұрамды субстраттардағы регенерация ерекшеліктері (1 сағат)	73
2.1.11	№11 Зертханалық жұмыс Токсиканттардың <i>in vivo</i> өсімдіктеріне әсер етудің морфологиялық ерекшеліктері (1 сағат)	74
2.1.12	№12 Зертханалық жұмыс Құрамында уытты заттары бар субстраттағы жауын құрттар популяциясының динамикасы (1 сағат)	76
2.1.13	№13 Зертханалық жұмыс Токсикалық заттардың жылы қанды организмдерге тигізетін әсері (1 сағат)	77
3	Қосымша тапсырмалар	79
3.1	Есептер	79
3.2	Студенттің өзіндік жұмысына арналған арнайы тапсырма. Жергілікті ағын суларды тазарту станцияларында ағынды суларды тазартудың қажетті деңгейін есептеу	80
3.3	Бақылау жұмысының нұсқалары	91
	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі	93

Зертханада студент ұстануы тиіс негізгі ережелер

1. Студент зертхана қондырғысына ұқыпты қарауға міндетті.
2. Зертханада әрбір студентке тұрақты жұмыс орыны бекітіледі. Оқытушының рұқсатынсыз бір орыннан екінші жұмыс орынына ауысуға, сондай ақ зертхана қондырғысын жылжытуға болмайды.
3. Зертханада студенттер халат киюі қажет.
4. Студенттерге үстел мен аралықтарды жеке заттарымен үйіп тастауға тиым салынады, жұмыс орынындағы реттілікті сақтау қажет.
5. Жұмыс істеп тұрған электр құралдарын, қайнап жатқан сұйықтықтарды, реактив құйылған ашық ыдысты қараусыз қалдырмау қажет, реактив қосылған сұйықтарды канализацияға құюға тиым салынады, күкірт қышқылы ертіндісін даярлағанда күкірті қышқылын суға құю керек, керісінше жасауға болмайды.
6. Реактивтерді аудиториядан шығаруға, оқытушының рұқсатынсыз оларды араластырып, тәжірибе жасауға болмайды.
7. Өткір иісті реактивтермен жұмысты тек сорғыш шкафта, күйдіргіш реактивтермен жұмысты ыдысқа еңкеймей, қыздырылатын материалмен жұмысты қызуға төзімді заттарды қолданып, қызған сұйық төгіліп қалмау үшін олардың саңылауын өзінен және қатар жұмыс атқарып жатқан басқа студенттерден аулақ ұстап жүргізу қажет.
8. Шыны ыдысты, кескіш құралдарды, электр қондырғыларын қолданғанда жарақаттануды болдырмау үшін сақтану қажет.
9. Берілген тақырыпқа қатысты емес заттарды алмау, жұмыс істегеннен кейін қолды жуу сияқты жеке бас гигиенасы мен жалпы мәдениет ережелерін сақтау керек.
10. Жарақат алынса; күйік шалса; теріге, көзге, ауызға реактивтер тиген жағдайда пайда болған қауіп түріне байланысты алғашқы медициналық көмек беру және басқа да әрекеттер жасау үшін бірден оқытушыға
11. Сабақ аяқталғанда жұмыс орынын бастапқы ретке келтіру керек.

Кіріспе

«Биогеохимия және экотоксикология» – зиянды заттардың қоршаған ортадағы ингридиенттік құрамын, таралу ерекшеліктерін, биологиялық әсер етуін, белсенділігінің артуын немесе төмендеуін зерттейтін токсикология саласы. Адамның денсаулығының нашарлап, ауруға шалдығуын организмнің ортаға толық бейімделе алмауымен, қолайсыз әсерлерге берген теріс жауабы ретінде қарастыру керек.

Қазіргі таңда адамзаттың біршама бөлігі белгілі бір дәрежеде түрлі химикаттардың жағымсыз әсеріне ұшырауда. Адамдарға шамамен 10 миллионнан астам химиялық қосылыстар белгілі. Олардың ішінде 60 мыңнан астамы тұрмыста, медицинада, өндірісте және ауылшаруашылығында кең қолданылады. Бұл заттар саны жылдан жылға артуда (кейбір деректер бойынша олардың саны жыл сайын 1000 затқа артуда). Олардың басым бөлігі белгілі бір жағдайда «денсаулыққа елеулі зиян» тигізуі мүмкін.

Өнеркәсіптің дамуы қолданылатын химиялық заттардың санының жыл сайын артуымен үздіксіз байланысты. Пайдаланылатын пестицидтердің, тыңайтқыштардың және басқа да химикаттардың көлемінің артуы – заманауи ауыл шаруашылығы мен орман шаруашылығына тән жағдай. Бұл жағдайда адам іс әрекетінің нәтижесінде болатын, қоршаған ортаға келетін химиялық қауіптің артуының салдары нақты себеп болып табылады.

Биогеохимия экотоксикологиямен және қоршаған ортаның химиялық ластануындағы улылық көрсететін элементтер мәселесімен тығыз байланысты.

Әдістемелік нұсқау қоршаған ортада өтетін, мысалы, заттардың уыттылығы және т.с.с. үрдістерді сипаттайтын күрделілігі әртүрлі дәрежедегі зертханалық жұмыстарды қамтиды. Тәжірибе нәтижелерінің толық талдауы, үрдістерде өтетін механизмдерді егжей-тегжейлі талқылау, тәжірибеден алынған көптеген суреттер, сұлбалар, кестелер, мәліметтер жазбасының арнайы формалары практикумның сипатты артықшылықтары болып табылады.

«Биогеохимия және экотоксикология» зертханалық жұмыстарын орындауға арналған әдістемелік нұсқау «Экология» мамандығының студенттері үшін дайындалған және Қазақстан Республикасының Мемлекеттік жалпыға міндетті білім беру стандартының 5B060800-Экология мамандығының талаптарына сәйкес құрылған.

«Биогеохимия және экотоксикология» пәні бойынша зертханалық сабақтар арнайы жабдықталған зертханаларда оқуға қажетті құрал-жабдықтарды: зертханалық жабдықтар, зерттеу үлгілері, әдістемелік оқу құралы, өлшеу нәтижелерін өңдеуге арналған компьютерлік құралдарды пайдаланумен өтіледі.

Зертханалық жұмыстарды орындау кезінде: жабдықтар мен құрылғыларды жұмысқа дайындау, жұмыс әдістерін зерттеу, зерттелетін құбылысты қайта жаңғырту, мөлшерін өлшеу, сәйкес көрсеткіштер сипаттамаларын анықтау, деректерді өңдеу және оларды талдау, нәтижелерді қорыту жүргізіледі.

Жұмысты орындау барысында жұмыстың жоспары мен бақылау жазбаларының кестелері пайдаланылады. Зертханалық жұмыстарды орындау кезінде студент өлшемдер (сынақтар) нәтижелерінің жұмыс жазбаларын жүргізеді, есептерді дайындайды, алынған мәліметтерді олардың нормаға сәйкестігімен орнату жолымен талдайды, әдебиеттегі белгілі деректермен, сондай-ақ басқа студенттердің деректерімен салыстырады. Соңғы нәтижелер жұмысқа қорытынды ретінде беріледі.

Зертханалық жұмыстарды дайындау тәртібі

Зертханалық жұмыстарды орындау кезінде студент барлық ерекшеліктерін ескере отырып, тәжірибе барысын бақылау қажет: түсінің өзгеруін, жылулық әсерлерді, құралдардың көрсеткіштерін және т.б. Бақылаудың нәтижелері зертханалық журналда белгілі бір реттілікке сай жазылады:

- 1) зертханалық жұмыстың атауы, орындалу күні;
- 2) жұмыстың мақсаты;
- 3) аталған жұмысқа қатысты қысқаша теориялық мағлұмат;
- 4) маңызды түйіндердің қысқаша сипаттамасымен құралдардың немесе қондырғылардың сұлбасы;
- 5) кесте түріндегі тәжірибенің нәтижелері;
- 6) есептеу бөлімі (кестелер, формулалар, сызбалар);
- 7) қорытындылар.

Құралдардың суреттері, қондырғылардың сұлбалары және сызбалар қарындашпен миллиметрлік қағазға орындалады. Барлық есептеулер зертханалық журналда жазылуы қажет.

Формулаға енетін таңбалар мен сандардың мәндері формулада қалай келтірілсе, тура сол формуладағы ретпен көрсетілуі қажет.

I. Биогеохимия

Биогеохимия ғылымы – геохимия ғылымының тармағы ретінде өмірге келген. Оның негізгі тұжырымдарын, геохимия, биогеохимия, радиогеология, ғылыми мектептерінің негізін кеңестік ғалым В.И.Вернадский (1863-1945) қалаған.

Барлық тірі организмдердің сипатты ерекшеліктеріне қарамастан олардың мөлшері, морфологиялық-физиологиялық белгілері, олардың тіршілік әрекеті қоршаған ортаның және масса мен энергияның өзгеруіне әкеледі. Тірі организмдер өзінің физиологиялық қажеттіліктерін (яғни, химиялық элементтер, көміртегі, сутегі, оттегі, азот, фосфор, калий, кремний, кальций, магний, темір және т.б.) құрылымдық органдарында жинақтап, өсуі мен көбеюі үшін ең үлкен дәрежеде біріктіреді.

Бұл элементтер мұхиттың, атмосфераның, тау жыныстарының химиялық негізін құрайды. Олардың тірі организмдермен бірігуі жер қабығының биогенді өзгерісі мен қоршаған орта элементтерінің бөлшектенуіне алып келеді. Микроорганизмдер темір, марганец, т.б. элементтер қосылыстарының тотығуына қатысып, оларды тұндырады, сульфаттарды тотықсыздандырып, күкірттің биогендік кендерін түзеді. Тірі организм геохимиялық үдерістердің сипатын, элементтердің шоғырлану ортасын өзгертіп отырады. Тіршілік ортасы организмдер құрамына да әсер етеді, ал организмдер химиялық элементтердің биогендік шашырауына (миграциясына) себепші болады, олардың (көміртектің, оттектің) изотоптық құрамын да өзгертеді. Адамның биосфера және жер қыртысының изотоптық құрамына тигізетін әсері ұдайы артып келеді.

Биогеохимия – тірі организм құрамы және тірі зат пен өнімнің қатысуынан, оның миграция үдерісіне, таралуына, ыдырауына, химиялық элементтердің жинақталуына орай жіктелуін зерттеумен айналысады

Биогеохимия бойынша зертханалық жұмыстар

№1 Зертханалық жұмыс

Элементтер мен изотоптардың биогеохимиялық қасиеттерін зерттеу бойынша зертханалық жұмыс

Жұмыстың мақсаты: Жекелеген элементтер және қасиеттері бойынша бір-біріне жақын элементтер тобының биогеохимиялық қасиеттері туралы білімді бекіту.

Негізгі мәліметтер: оқулық және анықтамалық биогеохимиялық әдебиеттер.

Негізгі міндеттер: таңдалған элементтердің биогеохимиясы бойынша конспект және компьютерлік презентация дайындау, ауызша баяндама жасау.

Жұмысты орындау бойынша ұсыныс:

Зертханалық жұмыстың нәтижесін – ұзақтығы 20-30 минут болатын Power Point форматындағы компьютердік презентация түріндегі ауызша баяндама болып табылады және баяндамада келесідей сұрақтар қамтылуы шарт:

- Элемент туралы жалпы мәліметтер:
 - ашылу тарихы және пайдалану саласы;
 - негізгі физикалық сипаттамасы;
 - негізгі химиялық сипаттамасы.
- Химиялық элементтің таралуы:
 - жер бедерінде;
 - магматикалық тау жыныстарында;
 - шөгінді тау жыныстарында;
 - метаморфты тау жыныстарында;
 - басқа табиғи нысандарда (гидросфера, атмосфера, литосфера);
 - негізгі минералды тасымалдаушылар.
- Геологиялық үрдістердегі жай-күйі (концентрация деңгейі, валенттілігі, табылу формасы, шөгіндіге түсу түрі):
 - магматикалық;
 - шөгінді;
 - метаморфты.
- Табылу формасы, атмосфера және гидросфера ортасындағы жай-күйі, биологиялық айналымға қатысуы.
- Кен орындарының негізгі түрлері.

Ашылу тарихы және пайдалану саласы

Барлық химиялық элементтердің ашылу тарихы және пайдалануы бойынша материалдар ауқымды әрі қол жетімді деңгейде анықтамалық кітапшаларда және ғылыми-танымал әдебиеттерде бар. Осыған байланысты бұл бөлімде ең басты қарастырылатын мәселе – химиялық элементтің ең алғаш рет қандай минералды (немесе минералды емес) түрінде табылуы және ол элементті анықтау мен қолдану саласындағы элементтің қасиеттерімен байланысты туындаған қиындықтар қандай болғанына назар аударған жөн. Кейбір элементтер (мысалы сирек кездесетін жер металдары) түрлі атаумен бірнеше рет қайта ашылған. Мұндай жағдайлар үшін химиялық элементтердің ашылу реті бойынша блок-сызба құрастыру керек.

Негізгі физикалық сипаттамалары және химиялық қасиеттері

Бұл бөлімде басты назар – элементтің Периодтық кестедегі орнына және осыған байланысты ақпараттарға бөлінуі шарт: электронды құрылымының ерекшелігі; мүмкін болатын валенттілігі, теріс электронды, атомды және ионды радиустар қатарындағы орны және т.б. Басты назарды табиғи нысандарда көп әсер көрсететін химиялық қасиеттерге аудару шарт. Химиялық және физикалық қасиеттері бойынша жақын, геохимиялық үрдістерде изоморфты араласуы немесе осыған ұқсас әрекетке ие элементтерді көрсету қажет. Сонымен қатар, элементтің

химиялық (сілтілік, сілтілік жер және т.б.) және геохимиялық (литофильді, халькофильді, сидерофильді, атмофильді) жіктелуіне де назар аудару керек.

Химиялық элементтің таралуы

Химиялық элементтердің геосфера және түрлі нысандардағы орташа таралу мөлшері туралы мәліметтер түрлі анықтамалар мен арнайы әдебиеттерде бар. Осы сандық мәліметтерді кесте және олардың мөлшері туралы салыстырмалы сызба немесе диаграмма тұрғызу керек. Диаграмманы Excel немесе Statistica бағдарламалары арқылы тұрғызып, содан соң Windows-тың алмасу буфері арқылы стандартты көшірумен немесе басқа да әдістермен Power Point-тың қажетті слайдына орналастырып, слайд-шоу әзірлеу қажет.

Қабылдауға және түсінуе оңай болуы үшін бағана тәрізді диаграмма түрін таңдаған дұрыс. Нақты бір мәліметтер болған жағдайда оған қосымша элементтер туралы статистикалық ақпараттар енгізіледі.

Пайыздық жағдайда (мысалы, элементтің 60% - шөгінді жыныстарда, 20% - морфты, 10% - магматикалық жыныстарда тараған) домалақ диаграмманы тұрғызу ұсынылады.

Қажет болған жағдайда үштік, нүктелік және басқа да түрлі диаграммалар қолданылуы мүмкін.

Диаграмма түріне қарамастан, олардың барлығында ретпен атауы, осьтер атауы және өлшем бірлігімен (% , г/т, г/л және т.б.) шарттық белгіленулері болуы шарт. Қолданылуы мүмкін болатын өлшем бірліктер: тау жыныстарындағы жыныс түзуші элементтер – %, тау жыныстарындағы қосымша және сирек элементтер – г/т, табиғи сулардағы элементтер – г/л.

Негізгі минералдар – элемент тасымалдаушылар

Химиялық элементтердің басым бөлігінің жеке минералдары болады, яғни нақты бір минералды түрдің құрамына құрамбөлік ретінде кіреді. Олар үшін осы түрлердің атауы (формуласына сай) және изоморфты қатар мен изоморфизм сызбасы көрсетілуі шарт. Егерде химиялық элементтің минералды түрі көп болса, онда олардың жалпы мөлшерін және минералдың негізгі түрі туралы ақпаратты (мысалы, сульфидтер - 40, минерал, оксидтер - 20, силикаттар - 60 және т.б.) және ең кең таралғаны туралы толығырақ көрсету керек. Сәйкес ақпарат болған жағдайда, ең сирек кездесетіндерін барынша белгілеу қажет.

Жеке минералдан басқа, барлық химиялық элементтер элемент-қоспа түрінде басқа да минералдар құрамына кіреді, ал кейбір элементтер үшін мысалы, рубидий, бұл оның жалғыз ғана формасы болып табылады. Сондықтан да бұл бөлімде міндетті түрде қандай негізгі минералдарда және қандай мөлшерде осы химиялық элемент болатынын көрсету шарт.

Геологиялық үрдістердегі әрекеті

Бұл бөлімде элементтің бір геологиялық күйден екінші күйге өткен кездегі оның құрамының өзгеруі және формасы туралы ақпаратты беретін арнайы тұрғызылған диаграммалар жасау керек. Мысалы, элементтің өзгермейтін магматикалық жыныстан мүжілген батпақты бедеріне

алмасқанда жыныстардағы элементтердің мөлшері метаморфизмге байланысты түрліше болады. Мұндай диаграммаларды құрастыруға қажетті көптеген әдебиеттер, арнайы геологиялық әдебиеттерде – геохимия бойынша журналдар мен монографияларда, пайдалы қазбалар минералогиясында кездеседі.

Табылу түрі, ауа және сулы ортадағы әрекеті, биологиялық айналымға қатысуы

Химиялық элементтің қандай формада болатындығын және сулы ортадан ауалы ортаға қандай түрде тасымалданатынын көрсету керек. Алынған түрінің типтік қатынасына және оның табиғи ортадағы миграциясына назар аудару керек. Осы күнге дейінгі бар ақпараттарға сай осы элементтің тірі организм үшін қаншалықты қажеттілігін және оның қажеттілігі неге байланысты екенін, сондай-ақ элемент пен оның қосылыстарының улылығы туралы қысқаша шолу жасау.

Кен орындарының негізгі түрлері

Химиялық элементтердің негізгі кен орындарының түрін тізбектеу және оларды геологиялық үрдістер барысындағы әрекетіне байланысты топтау қажет. Кен орындарының түрі, қор көлемі мен географиялық жағдайын көрсететін баған немесе домалақ тәрізді диаграммалар тұрғызу. Ең ірі және атақты кен орындарын (отандық және шетелдік) атауын және сәйкесінше картаға енгізілген олардың географиялық орналасқан жерін білу керек.

Тапсырмалар нұсқасы:

Студенттердің орындайтын жұмыстарының нұсқасы студенттердің оқытушымен келісуі арқылы немесе оқытушы тағайындау арқылы таңдалынады.

Нұсқа №	Химиялық элемент	Нұсқа №	Химиялық элемент
1)	Fe, Mn, Cr	11)	Zr, Hf
2)	Ni, Co	12)	P
3)	Cu, Ag	13)	U, Th
4)	Zn, Cd	14)	F, Cl, Br, I
5)	Pb, Hg	15)	S, Se, Te
6)	Au	16)	As, Sb
7)	Pt, Pd, Ru, Rh, Os, Ir	17)	Bi, Tl
8)	W, Mo	18)	Be, Sn
9)	Li, Rb, Cs	19)	Ti, V
10)	Nb, Ta	20)	Sr, Ba

№2 Зертханалық жұмыс

Тау жыныстарының негізгі түрлерінде таралған химиялық элементтердің таралуын бағалау

Жұмыстың мақсаты: жер қыртысындағы тау жыныстарының негізгі түрлерінде кездесетін химиялық элементтердің орташа таралуы туралы білімді нақты мысалдармен бекіту.

Бастапқы мәліметтер: жер қыртысындағы және негізгі магматикалық және шөгінді тау жыныстарда кездесетін химиялық элементтер туралы анықтамалық мәліметтер.

Шешілетін тапсырмалар:

- химиялық элементтердің түрлі тау жыныстарында таралуын сандық көрсеткіштер және сызбалар көмегімен сипаттау;

- белгілі бір тау жыныстарында жиналған элементтер тобының сипаттамасы туралы қорытынды жасау.

Жалпы мәліметтер

Жер қыртысында таралған химиялық элементтердің орташа мөлшері кларк деп аталады. Бұл атау XIX ғасырдың аяғында құрылықтық жер қыртысындағы орташа химиялық құрамы туралы ең алғаш болып мәліметтерді жинақтаған америкалық ғалым Ф.У.Кларк құрметіне берілді. Жер қыртысының құрылымы мен құрамы бойынша зерттеулер тұрақты түрде зерттеле келе, кларк көрсеткіші де нақты анықталып келеді. Сонымен қатар, қазіргі таңда тау жыныстарының негізгі түрлерінде кездесетін элементтердің орташа мөлшері жеткілікті деңгейде нақтырақ анықталған.

Қарастырылып отырған геологиялық нысандағы элементтің белгілі бір тау жынысындағы мөлшері, жер қыртысындағы кларк мөлшерінен төмен немесе жоғары екенін бағалау үшін *кларк концентрациясын* – сол тау жынысындағы элемент мөлшерінің C кларкқа C_k сандық қатынасының көрсеткішін қолдану қолайлы:

$$K_k = C/C_k \quad (1)$$

Егерде бұл формуланың алымына белгілі бір тау жынысындағы элементтің мөлшерінің орташа мәні қойылса, онда шыққан кларк концентрациясы осы тау жынысы үшін орташа мәнге ие болады.

Егер, $K_k > 1$ болса, осы элемент үшін сәйкесінше тау жынысында салыстырмалы жинақталған, басқаша айтқанда бұл химиялық элемент осы тау жынысы үшін тән болып табылады. Керісінше, $K_k < 1$ болса, бұл элемент сәйкесінше тау жынысында аз (жеткіліксіз) мөлшерде болады.

Түрлі тау жыныстары құрамындағы элементтердің орташа мөлшері мен кларк концентрациясын көрсететін мәліметтер кестесін талдай келе және соған сай графиктер тұрғыза отырып, белгілі бір тау жынысына сай немесе оған сай емес элементтер тобы туралы қорытынды жасауға болады.

Жұмыстың орындалу реті

1. Әрбір студентке элементтер жиынтығы көрсетілген нұсқа нөмірі беріледі. Жер қыртысындағы химиялық элементтердің орташа мөлшері және басты тау жыныстар түрлерінің орташа мөлшері туралы анықтамалық мәліметтерді қолдана отырып берілген нұсқадағы элементтер тобының түрлі магматикалық жыныстардағы орташа мөлшері бойынша кесте құрастыру (кесте 1).

2. Түрлі магматикалық жыныстардағы элементтің концентрациясының кларк мәнін көрсететін графиктер тұрғызу. Көлденең ось бойымен кестедегі рет бойынша (ультранегізгі-негізгі ... – сілтілі) жыныс түрін келтіру қажет. Тік ось бойымен элемент концентрациясының кларк мәнін салады. Сонымен 2 кешенді график тұрғызылады: біріншісі - макроэлементтердің жеке графигі (басты жыныс түзетін элементтер бойынша), ал екіншісі – микроэлементтердің графигін көрсетеді. Егер де қайсы бір графикте қандай да бір элементтің K_K мәні 0,1-10 интервалынан асып кететін болса, тік ось үшін логарифмдік масштаб қолданған дұрыс.

1-кесте

Жер қыртысындағы химиялық элементтердің орташа мөлшерін көрсететін кесте формасы

Магматикалық тау жыныстары	Химиялық элементтердің орташа мөлшері				
	Si, %	Mg, %	Li, г/т	Sb, г/т	
Ультранегіздік					
Негіздік (құрылықтық)					
Негіздік (мұхиттық базальт)					
Орташа					
Қышқыл					
Сілтілік (сиенит)					
Жер қыртысының кларкы					

Ескерту: элементтер жинағының реті тапсырма нұсқасына сай толтырылады

3. Құрылықтық және мұхиттық базальттағы элементтің орташа мөлшерін көрсететін график тұрғызу. Көлденең ось (X) бойынша кестедегі ретпен элементтер аттары көрсетіледі. Тік ось (Y) бойымен континеттік және мұхиттық базальттағы элементтердің орташа мөлшері көрсетіледі. Егер де қайсы бір графикте қандай да бір элементтің K_K мәні 0,1-10 интервалынан асып кететін болса, тік ось (Y) үшін логарифмдік масштаб қолданған дұрыс.

4. Кестедегі және графиктердегі алынған мәліметтерді талдай келе магматикалық жыныстардағы ең аз мөлшердегі элементтер және сол жыныстарға тән элементтер туралы қорытынды жасалады. Нәтижелер 2-кестеге енгізіледі.

2-кесте**Магматикалық жыныстарға тән және сол жыныстарда ең сирек кездесетін элементтердің кестесі**

Магматикалық тау жыныс түрлері	Тән элементтер (салыстырмалы түрде көп жиналған)	Тән емес (сирек кездесетін) элементтер
Ультранегіздік	Mg, Nt, ...	Si,
Негіздік		
Орташа		
Қышқыл		Mg,
Сілтілік		Mg,

Бұл кестеде тау жынысындағы кларк концентрациясы экстремальды мәнге жететін элементтерді ғана көрсету керек. Мысалы, магнийдің орташа мөлшері келесі ретпен азаяды: ультранегіздік жыныстар (27,3%) - негіздік жыныстар (мұхит базальты – 4,57%, континент базальты – 4,08%) – орташа жыныстар (1,96%) – қышқыл жыныстар (0,66%) – сілтілік жыныстар (0,58%). Сондықтан, магний ультранегіздік магматикалық жыныстар үшін ең кең тараған элемент болып табылады (орташа мәні басқа магматикалық жыныстарға қарағанда аса жоғары) және қышқыл және сілтілік магматикалық жыныстар үшін аз тараған элемент (мөлшері төмен, орташа мөлшерден де төмен).

3-кесте

Құрылықтық және мұхиттық базальтты салыстыру	Салыстырмалы жинақталған элемент
Құрылықтық базальт	
Мұхиттық базальт	Mg,

Бұл кестені (3-кесте) толтыру барысында құрылықтық және мұхиттық базальттағы элементтің концентрация коэффициентіне немесе орташа мөлшерінің есептелген қатынасына сүйенеді. Мысалы, магнийдің сәйкес мөлшерінің қатынасы $4,08\%/4,57\%=0,89$ -ға тең, сондықтан магний мұхитта жиналған элемент ретінде төмендегі қатарға жазылады. Егер де көрсетілген қатынас, керісінше бірден жоғары болатын болса, онда элемент құрылықтық базальтта көп таралған деп есептеледі. Егер де олардың қатынасы бірге тең немесе бірге жақын мәнде болса онда элемент екі басты базальт типтер арасында бөлінбейді және ол кестеде көрсетілмейді.

5. 1-тапсырмаға сәйкес нұсқада берілген элементтердің келесі тау жыныстарындағы орташа мөлшерін құрастыру керек: саз балшықты және саз балшықты тақтатаас, құмды. карбонатты жыныстар.

6. 2-тапсырмаға сәйкес түрлі шөгінді тау жыныстарындағы элементтер концентрациясының кларкын график түрінде көрсету керек.

7. 4-тапсырмаға сәйкес кестедегі және графиктердегі алынған мәліметтерді талдай келе белгілі бір магматикалық жыныстарға тән немесе тән емес элементтер туралы қорытынды жасалады (4-кесте).

4-кесте

Шөгінді жыныстарға тән және ең аз кездесетін элементтердің кестесі

Шөгінді жыныс түрлері	Тән элементтер (салыстырмалы жинақталған)	Тән емес элементтер (сирек кездесетін)
Саз балшықты және саз балшықты тақтатас		
Құмды		Mg,
Карбонатты жыныстар	Mg,	

Бұл жерде тек қана шөгінді тау жынысының үш түрі ғана алынғандықтан, кларк концентрациясы немесе орташа мөлшері экстремальды мәнге жеткен элементті ғана көрсетеді. Мысалы, магнийдің орташа мөлшері тең: саз балшықты және саз балшықты тақтатас - 1,54 % , құмды – 0,73%, карбонатты жыныстарда – 4,6 % (жер қыртысындағы кларк концентрациясы 2,26 % болғанда сәйкесінше 0,68%, 0,32 % және 2,04% тең). Сондықтан, магний карбонатты шөгінді жыныстар үшін тән, ал құмды шөгінді жыныстар үшін тән емес элемент болып табылады. Ескеретін жайт, қандайда бір элементтің концентрациясының максималды орташа мәні бірден кем болса да элемент басқа жыныстарға қарағанда сол шөгінді жыныста жинақталады деп есептелінеді және ол сол (салыстырмалы жинақталатын) шөгінді жынысқа тән болады.

Жұмысты орындау бойынша ұсыныс:

Барлық есептеулер мен графиктер қарапайым болғандықтан, жұмысты қолмен, қалта калькуляторы, қалам мен сызғыш көмегімен орындауға болады. Алайда, жұмысты орындаудың ең қолайлы әдісі – компьютерде Excel бағдарламасын немесе басқа бағдарламаны қолданып жасау болып табылады. Нәтижелерді қолмен жазуға немесе компьютерде теруге болады.

Тапсырма нұсқалары:

№	Химиялық элементтер тізімі
1	Si, Ca, Na, Mg, Cu, Zn, Ni, Co, Be, Ta, Nb, U;
2	Si, Al, Fe, K, Cu, Pb, Zn, Cr, Co, La, Ce, Th;
3	Si, Ca, Mg, Al, Ti, V, Li, Be, Sr, Mn, Co, Pt;
4	K, Na, Ca, Mg, P, C, V, Zn, W, Mo, Sr, Ni;
5	Fe, Si, Al, K, U, Th, Cr, Ni, Co, Au, W, Li;
6	Mg, Ca, Na, Al, La, Y, Sc, Cu, Zn, Pb, Sn, W;
7	Si, Al, K, Fe, Li, Be, Mn, Zr, Sm, Nd, U, Cr;

8	Al, Mg, Ca, Na, Cr, Ni, Co, Pd, V, Ti, Ga, Be;
9	Si, Al, Fe, Ca, Sr, Ba, W, Mo, Zn, Pb, Sn, Ta;
10	O, Si, Mg, K, Sb, As, Ni, Co, Be, Li, Au, Ag;
11	Fe, Mg, K, Al, Cr, Ni, V, Mn, C, Sr, W, Sn;
12	Si, Al, Na, Mg, U, Zr, Hf, La, Ce, S, Cu, Ni.

№ 3 Зертханалық жұмыс Судағы металдар мен бейметалдар иондарының мөлшерін анықтау

Жұмыс мақсаты: судағы түрлі қоспаларды анықтаудың әдістерімен таныстыру.

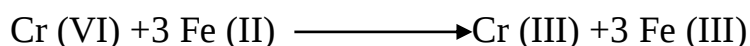
Жұмыстың мазмұны: ақаба сулардағы және ауыз сулардағы Cr^{+3} , Cr^{+6} , Fe^{+2} , Fe^{+3} , SO_4^{2-} , Cl^- иондарының мөлшерін бағалау.

I. Ауыз судағы және боялмаған ақаба судағы хром (III) және хром (VI) мөлшерін анықтау

Бірқатар өндіріс орындарындағы ақаба суларда хром (III) немесе хром (VI) ионы: машина жасаудағы гальваника цехында, станок құрылысында, автокөлік, авиация зауыттарында және т.б., сондай-ақ, мата өндірісінің бояғыш цехтарында және былғары зауыттарында, хром квасцын шығаратын химия зауыттарында түзіледі.

1. Хром (III) және хром (VI) бірдей кездескен кезде оларды анықтау

Бұл әдіс суда хром концентрациясы 0,5 және 1 г/л болған кезде анықтауға арналған. Әдіс қышқыл ортада (III) хром ионын аммоний персульфаты арқылы қыздыра отырып, хром (VI) ионына дейін тотығуы және ары қарай хромның (VI) хромға (III) дейін Мор тұзымен индикатор ретінде н-фенилантранил қышқылы қатысымен титрлеу арқылы сандық тотықтандыруға негізделген.



Жұмыстың орындалу реті:

1. Хромның жалпы мөлшерін анықтау. Конусты колбаға 5-50 мл зерттелініп отырған суды (оны құрамындағы хром мөлшеріне байланысты) құяды, сынаманы дистилденген сумен 300 мл дейін сұйылтады, 15 мл күкірт қышқылын, 3 мл азот қышқылын, 0,2 мл күміс нитраты ерітіндісін, 0,5 г аммоний персульфатын құйып, қоспаны қыздырып және 10 мин бойына қайнатады.

Сыналып отырған су құрамындағы үш валентті барлық хром алты валентке ауысады және ерітінді сары түске боялады. Ерітіндіні бөлме температурасына дейін салқындатады, оған 10 тамшы н-фенилантранил

қышқылы тамызылады және темірдің (II) тұзы ерітіндісімен индикатор бояуы ауысқанша титрлейді.

Хром мөлшері (X) келесі формуламен анықталады, мг/л:

$$X = \frac{a * 1,73 * 1000}{V} \quad (1)$$

мұндағы, а – титрлеуге жұмсалған 0,1 Н темір (II) тұзы ерітіндісінің көлемі, мл;

V – зерттелініп отырған ақаба су көлемі, мл;

1,73 – 1 мл 0,1 н темір (II) тұзының ерітіндісіне эквивалентті хром мөлшері, мг.

2. Cr⁺⁶ мөлшерін анықтау

Анықтау жұмысын хромның жалпы мөлшерін анықтауға қолданған әдіспен анықтауға болады, алайда алдын-ала хромды аммоний персульфатымен тотықтырмайды.

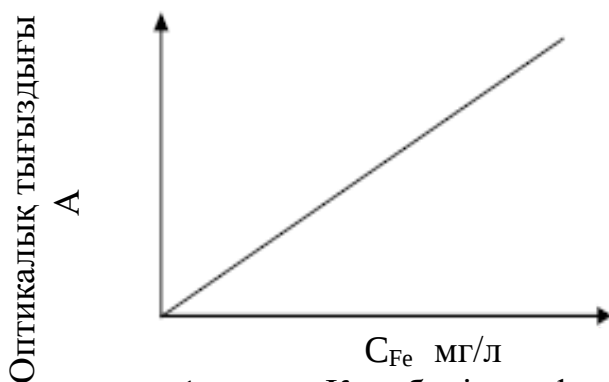
Екі анықтаулар нәтижесінің айырмасы арқылы зерттелініп отырған ақаба судағы үш валентті хром мөлшерін анықтауға болады.

II. Судағы жалпы темір мөлшерін анықтау

Темірдің жалпы мөлшерін фотометрлік әдіс көмегімен анықтайды, ол натрий сульфосалицилатымен Fe (II) және Fe (III) кешенді қосылыстарының сары түске боялған әлсіз сілтілі ортада түзілуіне негізделген.

Сыйымдылығы 50 мл колбаға 20 мл зерттелініп отырған суды, 10 мл қаныққан натрий сульфосалицилатын және 10 мл сұйытылған (10%) аммиак ерітіндісін құяды. Содан кейін қоспаны мұқият араластырады және қалыңдығы 50 мм кюветте 420-430 нм толқын ұзындығында оның оптикалық тығыздығын фотоэлектроколориметр ФЭК-56 көмегімен өлшейді.

Темір мөлшерін калибрлік график (сурет 1) көмегімен анықтайды, ал оны тұрғызу үшін күкірт қышқылымен қышқылданған темір-аммоний квасцтың NH₄Fe(SO₄)₂ стандартты ерітіндісін қолданады.



1-сурет. Калибрлік график

III. SO_4^{2-} мөлшерін анықтау

1. Жартылай сандық анықтаулар

Таза пробиркамен 2 мл зерттелініп отырған суды алады, 8 мл дистилденген су қосады, 2 тамшы HCl (1:1) араластырады және содан соң оған 10 тамшы 10% хлорлы барий ерітіндісін қосады. Қайтадан араластырады және келесідей ретпен дайындалатын шкаламен тұнбаны салыстырады. Үш таза пробирка алады: біріншісіне ішінде 1 мг/мл SO_4^{2-} бар (K_2SO_4 – 1,812 г/л) пробиркаға 1 мл этанол ерітіндісін, екіншісіне – 5 мл ерітіндіні және үшіншісіне – 10 мл ерітіндіні қосады. Барлық пробиркаларға 2 тамшыдан HCl 1:1 қатынасында қосады, араластырады және 10 тамшыдан 10% барий хлоридін құяды, қайтадан араластырады.

2. Таразылық әдіспен сандық анықтау (СГЗЖ үшін)

Химиялық стаканға 5-50 мл зерттелініп отырған суды құяды, оны HCl мен метил қызыл түсінен анық қышқылреакцияға дейін қышқылдандырады және қайнағанға дейін қыздырады.

Қышқылданған ерітіндіні қыздырған кезде коллоидтардың аздаған ұлпалы тұнбасы түсуі мүмкін, оны «жасыл таспа» сүзгісімен сүзеді, кейін HCl -мен қышқылданған ыстық дистилденген сумен жуады. Содан соң сульфат-иондарын тұнбалауға көшеді.

Ол үшін ыстық ерітіндіге 3-5 тамшы 1%-дық пикрин қышқылы ерітіндісін тамызады, содан кейін тұрақты түрде араластыра отырып, қайнағанға дейін жеткен ерітіндіге 5-10 мл 10%-дық хлорлы барий ерітіндісін құяды. Ерітіндіні 3-5 мин бойына қайнатады, шыны жабдықшамен жабады және ыстық су моншасында 30-60 мин бойына қалдырады. Толық тұнғанша күтеді және алдын-ала ыстық дистилденген сумен 2-3 рет жуады, кейін «жасыл таспа» деп аталатын күлсіз сүзгімен сүзеді.

Тұнбаны тұз қышқылымен қышқылдандырылған суық дистилденген сумен шаяды, кептіреді және күйдіреді. Сығындыдағы сульфат иондардың пайыздық мөлшерін келесі формуламен анықтайды:

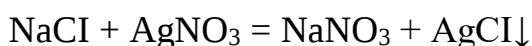
$$\% \text{SO}_4^{2-} = 0,411 \cdot a \quad (2)$$

мұндағы a – күйдірілген тұнба салмағы, г;

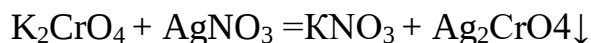
0,411 - BaSO_4 -тың салмағын SO_4^{2-} ионына шаққандағы коэффициенті.

IV. Судағы хлорид-иондарды анықтау

Хлоридтер мөлшерін анықтау аргентометриялық әдіспен жүргізіледі. 25 мл суға 1 мл 10%-дық калий хроматы ерітіндісін қосады және 0,02 н AgNO_3 ерітіндісімен сарғыш-қызыл түс пайда болғанша титрлейді. Реакция келесі теңдік бойынша жүреді:



Барлық хлор күміспен әрекеттесіп болған соң, реакцияға соңғы болып K_2CrO_4 қатысады:



Титрлеудің аяқталғандығын $Ag_2CrO_4 \downarrow$ қызыл тұнбасы түзілуі арқылы анықтауға болады.

Хлор мөлшері (мг/л) келесі формуламен анықталады:

$$C_{Cl} = \frac{V_1 \cdot C_H \cdot 35.5 \cdot 1000}{V_2} \quad (3)$$

мұндағы, V_1 - титрлеуге жұмсалған $AgNO_3$ көлемі;

C_H - $AgNO_3$ ерітіндісінің қалыпты концентрациясы;

V_2 - сараптауға алынған су көлемі.

№4 Зертханалық жұмыс

Жер бетіндегі және су экожүйелеріндегі зат және энергетикалық ағындар

Жұмыстың мақсаты: өнімділік түрлерін және шалғындық экожүйе үшін энергияны пайдалану тиімділін есептеу. Биотоп және биоценоздағы заттар миграциясын қадағалау.

Тапсырмалар:

1. Тапсырма Экожүйе өнімділігі* және энергияны пайдалану тиімділігі** ұғымдарын және 2-суретті қолдана отырып келесі сұрақтарға жауап беріңіз:

1. Дақылдар және түрлі өсімдіктердің жалпы біріншілік өнімділігі қандай?

2. Фотосинтездің тиімділігі қандай (яғни түскен күн сәулесінің жалпы біріншілік өнімге айналуы)?

3. Өрмекшітәрізді және шегірткелердің, дәндермен қоректенетін құстардың таза екіншілік өнімділігі неге тең?

4. Дала тышқандары тыныс алғанда және экскремент (фекаль) шығарғанда қанша энергия жоғалтады?

5. Қандай организмдер продуценттер, біріншілік және екіншілік консументтар болып табылады?

6. Жалпы біріншілік және екіншілік өнімді есептеңіз.

7. Түрлі қоректік деңгейдегі гетеротрофтылар үшін энергияны қолдану коэффициентін есептеңіз.

8. Тағы да қандай энергия ағыны болуы мүмкін? Үшеуін атаңыз.

*ЭКОЖҮЙЕНІҢ ӨНІМДІЛІГІ келесі көрсеткіштермен бағаланады:

2-сурет. Шалғындық экожүйенің бір бөлігі арқылы өтетін энергия ағыны ($\text{кДж} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{жыл}^{-1}$). T_0, T_1, T_2, T_3, T_4 – тыныс алу кезінде жоғалатын энергия; KP_1, KP_2, KP_3, KP_4 – пайдаланатын тамаққа байланысты концентрат рационы мен энергиясы; $\Phi_{10}, \Phi_2, \Phi_3, \Phi_4$ – экскрет пен экстрементке байланысты энергия; C_1, C_2 – өлген организм мен зат алмасудағы және басқа жолдармен жұмсалатын энергия

Қоректік тізбектің түрлі тізбектеріндегі энергия ағыны шамасының қатынасы экологиялық тиімділік деп аталады.

****ҚОРЕКТЕНУ ТІЗБЕГІНДЕГІ ЭНЕРГИЯНЫ ТҰТЫНУ ТИІМДІЛІГІ** (экологиялық тиімділік) қоректік тізбектегі энергияны қолдану коэффициентімен бағаланады (K), %.

Фотосинтез кезінде:

$$K = (ЖБ\Theta/E) \cdot 100 \quad (3)$$

мұндағы, E – түсетін күн энергиясы;

Автотрофтылар үшін:

$$K = (T\Theta/E_1) \cdot 100 \quad (4)$$

мұндағы, E_1 – фотосинтез кезінде пайдаланылған күн энергиясы.

Гетеротрофтылар үшін:

$$K = (TE\Theta/KP) \cdot 100 \quad (5)$$

2 Тапсырма

Қоректік тізбектегі улы заттардың жинақталуы* туралы мәліметтерді қолдана отырып келесідей сұрақтарға жауап беріңіз:

1. 1.2 суретте келтірілген мәліметтерге сүйене отырып ДДТ (дихлордифенил трихлорметилметан) қандай деңгейде үлкен әсер ететіндігін, оны қандай деңгейде анықтау оңай, қандай деңгейде жәндіктер – егін зиянкестері болатындығына қорытынды жасаңыз?

2. 60-жылдары ДДТ Антарктидадағы пингвин бауырынан табылған, бұл жер оны қолдану ауданынан өте алыс (Мексикада атмосфераға маляр ауруын тарататын масалармен күресу үшін себілген). Қандай жолдармен ДДТ пингвин бауырына түсуі мүмкін?

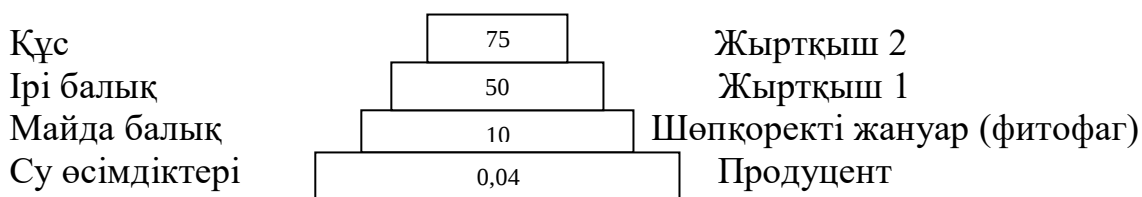
3. Көп жағдайда жыртқыштар тамақ жетпеген кезде, ДДТ-дан уланып өлетіндігі байқалды. Құбылысты түсіндіріңіз.

*ҚОРЕКТІК ТІЗБЕКТЕ УЛЫ ЗАТТАРДЫҢ ЖИНАЛУЫ

Биологиялық айналымда химиялық заттардың көп мөлшері қатысады. Барлық жер үсті және судағы организмдердің денесінде әртүрлі заттар оның ішінде зиянды заттар да жинақталады. Қоректік тізбек бірнеше сатылы болғандықтан әр сатыда бұл заттар концентрациясы артады, тіпті қоректенудің екінші сатысында ол 100 есеге дейін артады. Мысалы, су ортасындағы қоректік тізбек бес сатылы: балдырлар – зоопланктон – жыртқыш зоопланктон – майда балықтар – ірі балықтар. Сәйкесінше ірі

балық денесіндегі зиянды заттар концентрациясы өзен суының құрамымен салыстырғанда 100 мың есе жоғары болуы мүмкін.

Соңғы жылдары адам синтетикалық органикалық заттарды белсенді түрде қолдануда, мысалы зиянкестер мен өсімдіктер ауруына қарсы заттарды (пестицидтер) пайдалануда. Ең алғаш қолданған пестицидтер ішінде хлорлы көмірсутектер болған, соның ішінде ДДТ. Бұл заттар жануарлар мен өсімдіктердің басым бөлігі үшін улы болып табылады. Жәндіктермен күресте (мысалы, Мексикадағы малярлы масамен) оны қолдану салдарынан қоректік тізбектегі балықтар, құстар мен омыртқасыздар аса көп қауіпке ұшырады (3-сурет).



3-сурет. Түрлі қоректік деңгейдегі организмдер биомассасында жинақталған ДДТ мөлшері. Санмен берілген көрсеткіш $1 \cdot 10^6$ г биомассадағы ДДТ мөлшері (грамм)

Осылайша, су қоймаларына улы заттарда тастау салдарынан оның мөлшері артады. Ал сол судағы балықтарды тұтынған адамдар сыртқы әсерлерсіз ауруға ұшырауы немесе өлімге ұшырауы мүмкін. Мысалы, жапон елді мекеніндегі жағалаудағы балықшылар «Минимата» ауруымен жаппай ауырған, оның бірден бір себебі суға жақын маңда орналасқан өндіріс орнының сынап қосылыстарын төгу болған. АҚШ-тағы Колумбия өзеніне өте аз мөлшерде радиоактивты заттар (фосфор, кальций, стронций, цезий және т.б.) тасталған, соның салдарынан олардың планктондағы мөлшері әдеттегіден 2 мың есе жоғары болса, планктонмен қоректенген балықтарда ол мөлшер 15 тен 40 мыңға дейін жоғары болған. Жәндіктермен қоректенетін қарлығаштарда радиоактивты заттар концентрациясы өзен суынан қарағанда 500 мың есе жоғары болған. Осылайша организмде улы заттардың жинақталуы және олардың қоректің тізбекке түсуі адам және жануарларға қауіп төндіреді. Адам организміне улы заттар тек қана сумен емес, сондай-ақ қорек арқылы түсуі әбден мүмкін және шектік рұқсат деңгейден біршама жоғары көрсеткіште болады.

№5 Зертханалық жұмыс

Биосферадағы айналымдар. Биосферадағы су айналымы

Тәжірибелік бөлім

Мақсаты: биосферадағы су айналымының масштабтарына бағалау жүргізу.

Жұмыстың орындалу реті

1. Тапсырма

1. Өркениеттің түрлі кезеңдеріндегі адамдар пайдаланған су мөлшерін есептеңіз. 5-кестені толтырыңыз. Кесте мәліметтері бойынша қорытынды жасаңыз.

2. Судың қолдану динамикасын көрсететін гистограмма тұрғызыңыз (абсцисса (X) осімен уақыт кезеңін, ордината осі (Y) бойымен қолданылған су мөлшерін орналастырыңыз).

5-кесте

Адамзаттың әртүрлі кезеңдерде қолданған су мөлшері

№	Кезең	Тұрғындар саны	Олардың ішінде қала тұрғындары	Тәулігіне суды пайдалану мөлшері	Айына суды пайдалану мөлшері	Жылына суды пайдалану мөлшері
1	10 мың жыл бұрын	5 млн.	0,05 %	12-18 л		
2	1000 жыл бұрын	350 млн.	1 %	30 л		
3	500 жыл бұрын	450 млн.	2 %	30 л		
4	1800 ж.	1 млрд.	5 %	40-60 л		
5	1900 ж.	1,65 млрд.	8 %	230 л		
6	1939 ж.	2 млрд.	12 %	350 л		
7	1960 ж.	3 млрд.	35 %	400 л		
8	1975 ж.	4 млрд.	40 %	400 л		
9	1999 ж.	6 млрд.	52 %	500 л		
10	2004 ж.	6,1 млрд.	55%	500 л		
11	2009ж					
12	2014ж					
13	2017ж					

2. Тапсырма

Биосферадағы су айналымының толық айналымының сызбасын құрастырыңыз және талдаңыз. Табиғаттағы су айналымының толықтығын сақтауда қандай бөлігі маңызды болып табылады? Жауабыңызды негіздеңіз.

Қарастырылған сұрақтар бойынша қорытынды жасаңыз.

Биосферадағы оттегі айналымы

Тәжірибелік бөлім

Мақсаты: биосферадағы оттегі айналымын зерттеу, оның маңыздылығын және болашақта өзгеру мүмкіндігін бағалау.

Жұмыстың орындалу реті

Тапсырма 1. Табиғаттағы зат алмасу үрдісіндегі түрлі организмдер тобының маңызын анықтаңыз. 6-кестені толтырыңыз. Сәйкесінше қорытынды жасаңыз.

6-кесте

Табиғаттағы оттегі айналымындағы тірі организмдердің маңызы

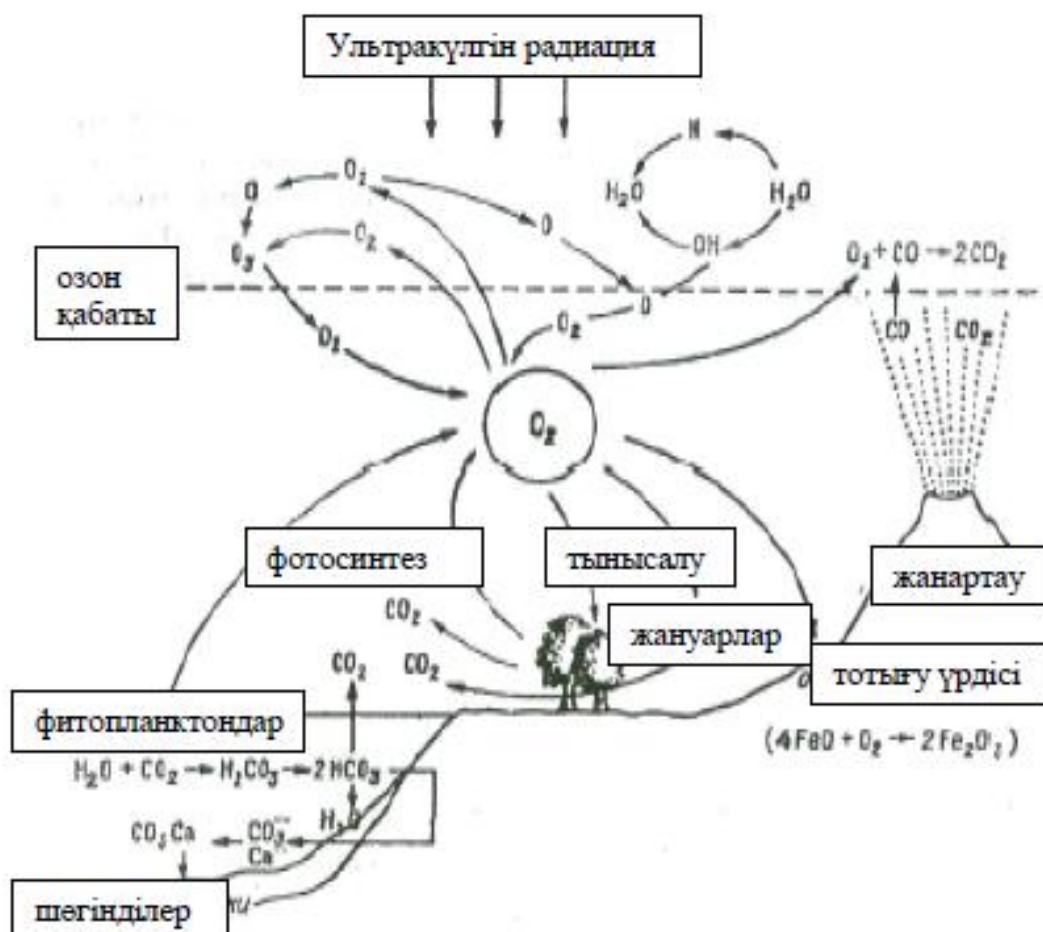
Тірі организмдер тобы	Айналымдағы организмдер маңызы
Бактериялар	
Саңырауқұлақтар	
Өсімдіктер	
Жануарлар	

2. Тапсырма

Оттегі CO_2 молекуласынан емес, H_2O молекуласынан түзілетіндігі анықталған. Оттегінің бір молекуласы үшін қанша жарық кванты қажет?

(тотығу) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$,

(тотықсыздану) $\text{CO}_2 + 4\text{H} + 4\text{e}^- \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



4 сурет - Оттегі айналымы

3. Тапсырма Биосферадағы оттегінің толық айналымын қарастырыңыз. Оттегі айналымы қандай бөліктерден тұрады? Сіздің

пікіріңізше табиғаттағы оттегі айналымының толықтығын сақтауда қандай бөлігі маңызды болып табылады? Биосфераның тұрақтылығын сақтау үшін оттегі айналымының әрбір кезеңінің маңыздылығын анықтаңыз. Жауабыңызды негіздеңіз.

4. Тапсырма

Келесі сұрақтарға жауап беріңіз.

1. Биосферадағы оттегі маңызы.
2. Оттегі айналымы қандай сфераларды қамтиды және белсенділігі қандай?
3. Биосфераға оттегінің түсу көздері. Оларға қысқаша сипаттама беріңіз.
4. Биосферадағы оттегі шығыны қалай жүреді және қандай сфераларда/орталарда болады?
5. Биосферадағы оттегі түзілу үрдісі оның шығындалу үрдісіне сай келе ме? Жауабыңызды негіздеңіз.

Мәңгі жасыл ормандардағы азот айналымы Теориялық бөлім

Көміртегі, азот және оттегі ең маңызды биогенді элементтер болып табылады. Азот тіршілік үшін қажет, себебі ақуыздың міндетті құрам бөлігі болып табылады. Ол көп мөлшерде ауада болады, алайда азот көп жағдайларда организмдердің өсуін тежейтін элемент болып саналады. Себебі атмосферадағы азот организмдердің басым бөлігі үшін пайдалануға қолайсыз. Ол өзінің инерттілігі салдарынан аммоний күйіне өтіп, кейін белсенділігі біршама төмен азотфиксация үрдісінің салдарынан нитратты формада ғана сіңіріледі. Ал азотты тек қана топырақ ыдыратушыларының кейбір түрлері ғана, оның ішінде микроорганизмдер ғана сіңіреді. Бұл айналымда бактериялар ерекше маңызды рөл атқарады. Осыған орай, көптеген экожүйелер азотты сіңіру жылдамдығының төмен болуымен сипатталады. Олардың сақталуы үшін азоттың тұйық айналымын сақтау шарт, сондықтан экожүйелердің басым бөлігі үшін организмдердің тіршілігі жойылғаннан кейін азоттың бөлініп шығуы және түзілетін органикалық қосылыстардың деградациясы маңызды болып табылады.

Азот айналымы (табиғаттағы) – барлық биосфераны (атмосфераны, литосфераны, гидросфераны) қамтитын, айналмалы түр бойынша жүретін азоттың қайта түрленуі және араласуы жүретін көп рет қайталанатын үрдіс.

Шартты түрде азоттың айналымын алты сатыдан тұратын сызба түрінде қарастыруға болады:

- азот фиксациясы;
- өсімдік ақуызына айналу;
- жануар ақуызына айналу;
- ақуыздың ыдырауы, шіру (аммонификация үрдісі);

- нитрофикация;
- денитрификация.

Азот айналымының биогеохимиялық үрдісі - аса күрделі үрдіс, ол биосфераның барлық аумағын қамтиды.

Тәжірибелік бөлім

Мақсаты: биосфераның бір экожүйесіндегі азот айналымы мәселесін қарастыру және оның қарқындылығын, тиімділін және барлық биосфера үшін маңыздылығын анықтау.

Жұмыстың орындалу реті

Тапсырма АҚШ-тағы Орегон штатында өсетін самырсын орманының (Дуглас самырсыны) экожүйесіне қатысты; бұл экожүйенің биомассасы ұлғаймайды. Оның негізгі құрамбөліктерінің биомассасы туралы және олардың әр қайсысындағы азоттың орташа мөлшері туралы мәліметтер 7-кестеде берілген. Кестеде сондай-ақ экожүйе құрамбөліктерінің өсуі және ыдырауы, азот бөлінетін «өткізгіштік қабілеті» туралы мәліметтер бар, яғни орманда жерге түсетін жапырақтар мен бұтақтар (әсіресе күзде), саңырауқұлақ жіпшелері (олардың ең жоғары өсуі жаз айларының басында орын алады), саңырауқұлақтар – барлық қыс бойына тез өседі. Берілген мәліметтер әрбір құрамбөлігінің биомассасы туралы жылдар бойына анықтау барысында алынған. Бұл жүйені тұйық жүйе деп атауға болады, себебі азотты фиксациялау үрдісі және оның айналымнан шығарылуы тіптен айтуға тұрарлық емес мөлшерде жүреді.

7-кесте

Биомассаның масса тасымалдануы және жетілген самырсын ормандарындағы азот мөлшерінің максималды көрсеткіштері

№	Экожүйенің құрамбөліктері	Биомасса, кг/га	Масса тасымалдану, кг/г	Азот мөлшері, %
1	Жер беті бөліктері	260 000	3 2000	0,16
2	Тамыр жүйесі	49 000	0	0,08
3	Микориза	25 000	14 6000	0,62
4	Ормандағы топырақ жамылғысы	19 000	3 000	0,47
5	Саңырауқұлақтар	23 000	9 2000	0,80
6	Топырақтағы органикалық заттар	450 000	Анықталмаған	1,70

Тапсырма 1. Экожүйенің әрбір құрамбөлігі жинақтаған азоттың ең жоғары мөлшерін анықтаңыз. Олардың қайсысында оның ең жоғары мөлшері байқалады? 8-кестені толтырыңыз.

Азот жинақталуының ең жоғары мөлшеріндегі биомассаны ондағы азот мөлшеріне көбейту арқылы анықтауға болады.

8-кесте

№	Экожүйенің құрам бөліктері	Азот жинақталуы, кг/га	Масса тасымалдану, кг/га
1	Жер беті бөліктері		
2	Тамыр жүйесі		
3	Микориза		
4	Ормандағы топырақ жамылғысы		
5	Саңырауқұлақтар		
6	Топырақтағы органикалық заттар		

2. Тапсырма

Экожүйенің әрбір құрамбөлігі арқылы өтетін азот мөлшерін анықтаңыздар. Кестені толтыру барысында сіз қандай болжамдар жасадыңыздар? Олар негізделген бе?

Экожүйенің құрамбөліктері арасындағы азот тасымалдануын да жоғарыда көрсетілген жолмен анықтайды. Бұл үшін тасымалданатын биомассаны оның құрамындағы азот мөлшеріне қайта көбейтеміз. Бұл жерде, біз жүйенің бір құрамбөлігінен екіншісіне тасымалданатын биомассадағы азот мөлшері бастапқы құрамбөлікпен бірдей деп болжам жасаймыз. Мұндай болжам әркезде дұрыс болып саналмайды. Түсетін жапырақтар мен бұтақтар құрамындағы азот мөлшері ірі бұтақтармен салыстырғанда жоғары. Бұл жағдайды ескермеу азоттың ағаштың жер беті бөліктерінен тасымалдану мөлшерін төмен көрсеткіште көрсетеді. (5 кг/га). Шын мәнісінде ағаштың жер беті бөліктерінен тасымалданатын азот мөлшері орман топырақ жамылғысына түсетін және кейін одан шығарылатын азот мөлшеріне тең (Есептеңіз).

Азот белгілі бір құрам бөліктен оның ыдырауына дейін шығарылуы мүмкін. Осылайша, микоризадан және саңырауқұлақтардан болатын шығын мөлшері төмен болады.

3. Тапсырма

Алынған нәтижелер бойынша берілген ормандағы азоттың мүмкін болатын толық айналымын құрастырыңыз. Қандай құрамбөлік осы ормандағы айналым үшін маңызды болып саналады?

Қарастырылған сұрақтар бойынша қорытынды жасаңыз.

Табиғаттағы көміртек айналымы

Теориялық бөлім

Көміртегі айналымы - бұл көміртегі тотығының (IV) байланысуы және оны босатуды қамтитын ғаламдық масштабтағы көміртектің алмасу үрдісі. Атмосферадағы CO_2 салмағы 10^{12} т деп есептелеінеді.

CO_2 кірісі:

1. Тірі организмдердің тыныс алуы
2. Топырақтың тынысы.
3. Өлген жануарлар мен саңырауқұлақтардың микроорганизмдер салдарынан ыдырауы, ашу үрдісі;

4. Антропогенді шығарылымдар, жағу (көмір, мазут).

CO₂ шығыны:

1. Фотосинтез кезінде оттегін шығара отырып атмосферадан CO₂ сіңіру;

2. Өсімдікпен қоректенетін жануарлардың көміртегі бөлігін тұтынуы;

3. Литосферадағы көміртегі фиксациясы (органикалық тау жыныстарының түзілуі – көмір, торф (шымтезек), жанатын тақтатастар, сондай-ақ топырақ құрамбөліктері мысалы, гумус);

4. Гидросферадағы көміртегі фиксациясы (карбонатты жыныстардың түзілуі – әктас, доломит).

Атмосферадағы CO₂ мөлшерінің ақырындап жоғарылауы парникті эффектке алып келеді.

Көміртегі айналымы оттегі айналымымен тығыз байланысты.

Пайдалы жанармайдың жануы (80%) және үлкен орман массивтерінің жойылуы (20%) ерте заманнан бері окшауланған көміртектің соңғы жүз жылда атмосфераға көміртек тотығы түрінде шығарылуына алып келді. (А.Р. Энос). Атмосферадағы көміртегі диоксиді концентрациясының жоғарылауы парникті эффектін арттырады, ал ол өз кезегінде атмосферада бар осы қосылыстармен және су буымен қосыла отырып жер бетіндегі, әсіресе полюстарда температураның көтерілуіне алып келеді.

Біздің ғаламшарымыздағы халық санының көп болуына байланысты әрқайсымыз тыныс алғанда атмосфераға көміртегі диоксиді бөлінеді және бұл да атмосфера құрамына кері әсер етуі мүмкін.

Тәжірибелік бөлім

Жұмыстың мақсаты: табиғаттағы көміртегі айналымын және адамның шаруашылық әрекетінің көміртек айналымының жүруіне әсерін зерттеу.

Жұмыстың орындалу реті

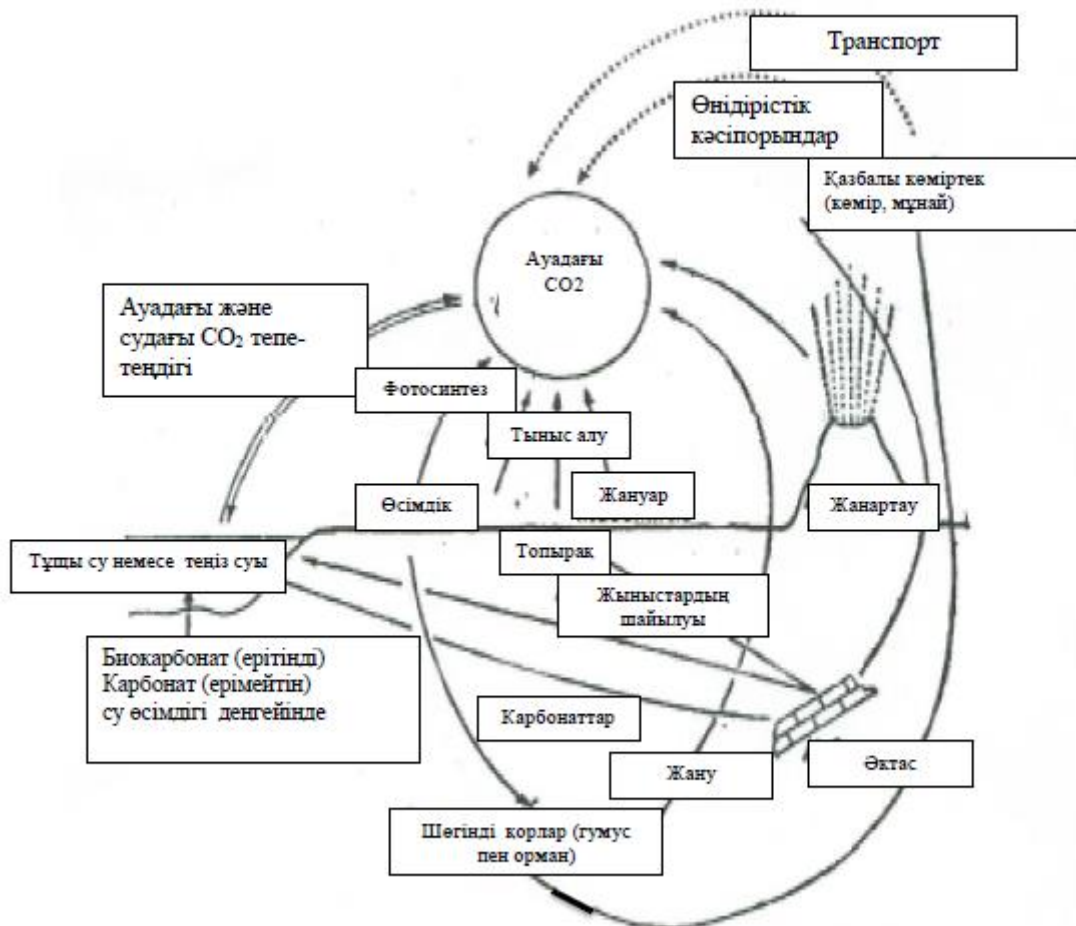
1. Тапсырма

Келесі сұрақтарға жауап беріңіз:

1. Табиғаттағы органикалық және бейорганикалық көміртек қоры қандай?

2. Биосферадағы көміртектің биологиялық рөлі қандай?

3. Су және жер беті экожүйесіндегі көміртек айналымының ерекшелігі неде? Осы айналымдағы ең осал кезеңін атаңыз. Өз болжамдарыңызға негіздеме жасаңыз.



5-сурет. Көміртегі айналымы

4. Адамның шаруашылық әрекетінің көміртек айналымының жүруіне әсері қандай? Адам шаруашылығының қандай түрі биосфераға үлкен әсер етеді? Газ, мұнай өндіру, ормандарды кесу, газ, мұнай, орман ағаштарын өңдеу өнеркәсібін және ауыл шаруашылығын қарастырыңыз. Сандық диаграмма көмегімен салыстырмалы талдау жасаңыз.

5. Көміртектің атмосфераға көмір қышқыл газы түрінде түсетін үрдістеріне сипаттама беріңіз.

2. Тапсырма

Бір жылда жинақталатын антропогенді CO_2 мөлшеріне салыстырмалы сипаттама беріңіз (басты ластағыш елдер: АҚШ, Қытай, Ресей, Германия, Жапония және т.б.).

3. Тапсырма

Бір тәулікте, айда, жылда өзіңіздің организміңіз бөліп шығаратын көміртек диоксиді мөлшерін анықтаңыз. Б.э.д. V ғасырда, XIII ғасырда және қазіргі заманда адамзат тарапынан қанша көміртек диоксиді бөлінген? Есептеу үшін адам физиологиясы мен анатомиясына қатысты ақпараттарға назар аударыңыз (Тыныс алатын ауадағы көміртек диоксидінің концентрациясы қандай? Адам минутына, сағатына және т.с.с қанша ауа көлемімен тыныс алады (л)? Адам тыныштық күйде қанша ауа көлемімен тыныс алады? Осы газдың салмағы қандай (бөлме

температурасы мен қысымында)? CO_2 бір моль салмағы қандай? Тыныспен шығарылатын CO_2 жалпы массасы (кг) қанша?

Бұл жұмыстың басқа оңай әдісі, ол сіз күнделікті тұтынатын тамақ өнімдерінің мөлшерін анықтау керек, себебі ол сондай құрамбөліктерден тұрады.

Алынған нәтижелер бойынша гистограмма құрастырыңыз.

4. Тапсырма

Жер бетіндегі тұрғындар саны шамамен 7 млрд адамды құрайды деп есептеп және жалпы адамзат күніне шамамен 180 млн баррель (1 баррель (40 американдық мұнай галлоны) мұнай салмағы шамамен 150 кг) жанармай (мұнайға шаққанда) пайдаланады деп есептейік. Бұл жағдайды ескере отырып, жалпы адамзаттың тыныс алуы ғаламдық жылынуға әсер ете ме әлде жоқ па, соны анықтаңыз және есептеу жүргізіңіз.

(Есептеуді октан формуласын негізге ала отырып есептеу керек. 1 моль октан жанғанда қанша моль көміртек диоксиді түзіледі? Соңғы нәтижені г, кг көрсетіңіз).

5. Тапсырма

Жанармайды дүние жүзі бойынша күнделікті пайдалану жаһандық жылу үрдісіне қалай әсер етеді? Өз жауабыңызды ғылыми негіздеңіз

6. Тапсырма

Табиғаттағы көміртек айналымын келесі құрам бөліктермен толтырыңыз:

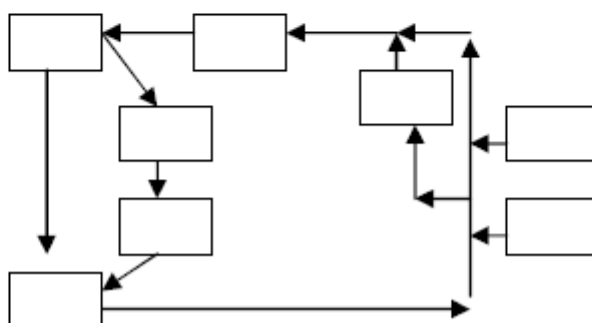
- атмосферадағы көмірқышқыл газы - бактериялар мен саңырауқұлақтар;

- өсімдіктер – шөгінді және карбонатты жыныстар;

- өсімдік қоректі жануарлар – жыртқыштар;

- адам тарапынан жанармайды жағуы – жанартаудың атқылауы.

-



7. Тапсырма

1 га аумақтағы 20 жылдық қарағай орманы 9 т көмірқышқыл газын сіңіреді, 60 жылдық қарағай орманы 1 га – 13 т, 80 жылдық 1 га – 11. Ағаштарды жасына қарай кесу тәртібін түсіндіріңіз.

8. Тапсырма

XIII ғасырдағы, б.э.д. V ғасырдағы және қазіргі замандағы адамзат тарапынан биосфераға тәулігіне, айына, жылына бөлінген көмірқышқыл

газын сіңіру үшін қанша гектар қарағайлы орманын отырғызу керек? Осы талдау нәтижесін гистограммаға салыңыз. Қорытынды жасаңыз.

9. Тапсырма

Тапсырманы шешіңіз. Жер атмосферасындағы CO_2 жалпы мөлшері 1100 млрд тоннаны құрайды. Жылына өсімдіктер шамамен 1 млрд. тонна көміртекті ассимиляциялайды және атмосфераға тура сонша бөледі. Атмосферадағы барлық көміртек қанша жылда организмдер арқылы өтеді?

Қарастырылған сұрақтар бойынша қорытынды жасаңыз.

№6 Зертханалық жұмыс

Орман экожүйесіндегі заттардың материалдық ағыны

Жұмыстың мақсаты: орман экожүйесінің қызметі барысындағы тұтынылатын және бөлінетін заттар мөлшерін есептеу әдісін үйрену.

1. Орман экожүйесінің қызмет үрдісі барысында тұтынылатын және бөлінетін заттар мөлшерін есептеу

Продуценттер (хемосинтетиктер және фотосинтетиктер) арқылы органикалық заттардың жиналу үрдісі бұл – энергияны қолдана отырып минералды заттардан синтезделу болып табылады. Ең алғашқы продуценттер хемосинтетиктер, олар химиялық заттар тотығуының энергиясын қолдану арқылы синтез жүргізген. Хемосинтездеуші нитрификаторлар, (аэробты зубактериялар), күкірт бактериялары, тионды темір бактериялары, сулы бактериялар жатады. Олар тотықтыратын субстраттарына байланысты аталады: NH_3 , NO_2^- , H_2S , S , Fe^{2+} , H_2 . Хемосинтез терең сулы гидротермальды көздерге тән.

Орман экожүйесіндегі ең маңызды табиғи материалды-энергетикалық үрдіс – **фотосинтез**. Жыл сайын айналымға биосферадағы заттардың үлкен массасын енгізіп отырады және биосфераның оттекті әлеуетін негіздейді. Ол биосферадағы негізгі геохимиялық үрдістерді реттегіш мен жер бетінің сыртқы қабатындағы бос энергияны анықтайтын фактор болып табылады. Фотосинтез – бұл жасыл өсімдіктердегі хлорофилдің қатысуымен және күн сәулесі есебінен жүретін, көмірқышқыл газы мен судан органикалық заттар түзетін тотығу-тотықсыздану реакциясы болып табылады. Нәтижесінде минералды компоненттерден органикалық заттар түзіледі және бұл заттарда күн энергиясы бекітіледі. Фотосинтез үрдісі барысында экожүйенің түрлі құрамбөліктері: атмосфера, топырақ және өсімдіктер тығыз қарым-қатынаста болады. Бұл құрамбөліктердің барлығы заттар ағыны арқылы байланыста болады, ол фотосинтездің келесі қосынды теңдеуімен көрсетілген:



немесе



(1)

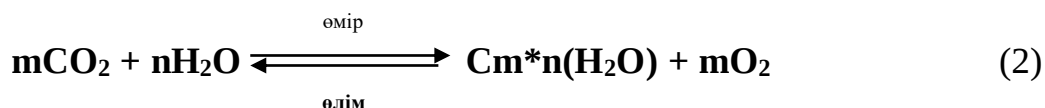
Көмірқышқыл газы өсімдіктерге атмосферадан келіп түседі, су – топырақтан алынады, органикалық заттар өсімдіктерде жинақталады, ал бос оттегі атмосфераға бөлінеді. Фотосинтездің тікелей өніміне органикалық қосылыстар жатады, олардың ішіндегі ең қарапайымы – глюкоза. Жалпы алғанда фотосинтез аса күрделі үрдіс.

Фотосинтез – термодинамикалық градиентке қарсы жүретін және Күн энергиясының химиялық байланыстарға ауысуымен жүретін эндоэргиялық үрдіс. Кейбір аймақтарды есепке алмағанда, жер бедерін түгелдей қамтиды, үлкен геохимиялық эффект тудырады және биосфераның барлық тірі заттарының – органикалық заттардың құрылуына жыл сайын жұмсалатын көміртектің жалпы массасымен сипатталып көрсетіледі. Фотосинтез арқылы органикалық заттардың түзілуімен байланысты материяның жалпы айналымына азот, фосфор, күкірт тәрізді химиялық элементтер, сондай-ақ калий, кальций, магний, натрий, алюминий сияқты металдар да қатысады.

Фотосинтез үрдісі арқылы орманның ең маңызды экологиялық қызметі – газдық қызметі жүзеге асады, оның нәтижесінде атмосферадан көмірқышқыл газы шығарылып және атмосфераға оттегі түседі. Жыл сайын фотосинтез үрдісінің нәтижесінде шамамен 200 млрд. т. CO₂ сіңіріледі және шамамен 145-320 млрд. т оттегі түзіледі. Сонымен қатар, 1841*10⁹ тонна органикалық заттар түзіледі. Изотоптық талдау нәтижелері оттегінің негізгі мөлшері судың ыдырауы салдарынан түзілетіндігін көрсетті. Ал көмірқышқыл газындағы оттегі органикалық қосылыстар түзілуге жұмсалады.

Фотосинтез Жер ғаламшарында жүретін ең үлкен және маңызды үрдістердің бірі болып табылады. Фотосинтез нәтижесінде тек қана 9 млн жылдың ішінде гидросферадағы барлық суға тең массасы, ал 6-7 жыл ішінде атмосферадағы көмірқышқыл газының барлық мөлшері «өсімдіктер арқылы» өтеді. Биосфера шегінде фотосинтез үздіксіз түрде жүріп отырады. Фотосинтез нәтижесінде түзілетін органикалық заттар Күн энергиясының биохимиялық аккумуляторы болып табылады. Олар тек күрделі химиялық қосылыстар ғана емес, сондай-ақ, өзіне ғана тән ерекшелігі болады және биологиялық айналымға қатысатын жер қыртысындағы барлық элементтер аз мөлшерде құрамына кіретін «тірі зат» болып саналады.

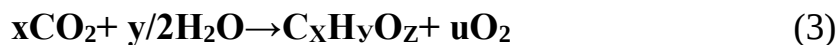
Организмдер тіршілігін жойған кезде кері үрдіс жүреді, яғни органикалық заттардың тотығу, шіру және т.б. үдерістері арқылы ыдырайды және ыдыраудың соңғы өнімдері түзіледі. Сәйкесінше, ғаламдық масштабта фотосинтездің жалпы реакциясын келесідей көрсетуге болады:



Жер биосферасында бұл үрдіс тірі заттар биомасса мөлшерінің нақты бір тұрақтылыққа келуіне алып келеді. Экосфераның биомассасы $2 \cdot 10^{12}$ т құрайды (жер бедері салмағынан жеті есе кем - $2 \cdot 10^{19}$ т). Жер бедеріндегі өсімдіктер жылына $1,6 \cdot 10^{11}$ т органикалық заттар шығарады (экосфера биомассасының 8%-ы).

Экожүйеде фотосинтезбен қатар тынысалу үрдісі, яғни қайтымды химиялық үрдіс те жүреді.

Ормандардың қоршаған ортаға әсерін сандық бағалауды үйрену аса маңызды. Фотосинтез барысында бөлінетін және шығарылатын заттар санын есептеуді қосынды теңдеу арқылы жүргізуге болады. Ол ағаш сүрек заттарының түзілу үрдісін сипаттайды, сол себепті жоғарыда келтірілген қант синтезі үрдісінен ерекшеленеді. Әрқилы түрлерден түзілген ағаш сүрек затының химиялық құрамы әртүрлі болғандықтан, барлық жағдайларда пайдалануға болатын формула алу мақсатында фотосинтездің теңдеуін келесі түрде қарастырамыз:



мұндағы, x, y, z – сәйкес түрдегі ағаш затының химиялық құрамын анықтайды, ал u коэффициенті оттегіндегі атомдар санының тепе-теңдігінің теңдеуінен x, y, z арқылы анықталады:

$$2x + y/2 = z + 2u \quad (4)$$

бұдан,

$$u = x + y/4 - z/2 \quad (5)$$

Орман түзуші негізгі түрлердің элементтік құрамы 9-кестеде келтірілген. Бұтақтардың және ағаш сүрегінің химиялық құрамы түрліше. Төмендегі кестеде ағаш сүрегінің құрамы келтірілген.

9-кесте

Орман түзуші негізгі ағаш түрлері сүрегінің элементтік құрамы, (абсолютті құрғақ салмақ бойынша %)

Түр	C	H	O	N+ күлдік
Шырша	50,5	6,2	43,1	0,2
Қарағай	49,6	6,4	43,8	0,2
Қайың	50,6	6,2	42,1	1,1
Балқарағай	46,9	7,24	45,27	0,59

Ағаш сүрегінің химиялық құрамын біле отырып, фотосинтездің теңестіру коэффициентін x, y, z келесі жолмен есептеуге болады:

$$\text{Теңестіру коэффициенті} = \frac{\text{коэффициент тұрған элементтің пайыздық мөлшері}}{\text{Элементтің атомдық салмағы}}$$

и коэффициенті x , y , z негізінде жоғарыда келтірілген 2 формула көмегімен есептелінеді.

Ары қарай, орманда түзілген ағаш сүрегінің мөлшері белгілі болса, онда мұндай жағдайда сіңірілген көмірқышқыл газы мен су мөлшері және шығарылған оттегі мөлшері келесі формуламен есептеледі:

$$M_{CO_2} = (x/100) \cdot (CO_2 \text{ молекулалық салмағы}) \cdot M_{сүрег} \quad (6)$$

$$M_{H_2O} = (y/100) \cdot (H_2O \text{ молекулалық салмағы}) \cdot M_{сүрег} \quad (7)$$

$$M_{O_2} = (z/100) \cdot (O_2 \text{ молекулалық салмағы}) \cdot M_{сүрег} \quad (8)$$

Анықтамалық әдебиеттерде әр түрге жататын ағаштардың қоры метр кубпен (m^3) көрсетіледі, ал фотосинтезді теңестіру бойынша есептеу барысында түзілетін ағаштың **салмағын** білу аса маңызды. Ағаш көлемін абсолютті құрғақ салмаққа қайта есептеу келесі формуламен жүзеге асырылады:

$$M_{ағаш} = P \cdot V \quad (9)$$

Мұндағы, V – ағаш көлемі, m^3 (№1 тапсырманы орындау барысында бір жыл ішіндегі бір гектардағы өсім); P – негізгі тығыздық $кг/м^3$, (шырша үшін - 360 ; қарағай үшін - 400, қайың үшін - 500, балқарағай үшін - 560).

№1 бақылау тапсырмасы

Түрлі класс бонитеттері үшін ағаштың жылдық өсімінің түзілуі кезінде ағашқұраммен жұтылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерін анықтаңыз. Жылдық өсу мөлшері 11-кесте және 12-кестеде берілген.

Тапсырманы орындау реті

1. Тапсырма нұсқасында көрсетілген түрлер үшін (кесте 13) x , y , z коэффициенттерін есептеңіз және 9-кестеде берілген синтезделген органикалық заттардың химиялық құрамын ескеріңіз (жалпы түрдегі фотосинтез теңдеуін қараңыз)

2. Тапсырма нұсқасына сәйкес әрбір класс бонитеттері үшін 6,7,8 формулалар бойынша ағашқұрамымен жұтылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерін анықтаңыз. Есептеу нәтижелерін 10-кестеге жазыңыз.

3. Жұтылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерінің бонитет класына тәуелділігінің графигін тұрғызыңыз.

4. Жұтылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерінің бонитет класына және жасына байланысты өзгерісі туралы қорытынды жасаңыз.

5. 1 га ормандағы ағаш санын анықтаңыз, t және m^3 есептеңіз (тапсырма нұсқасына сай), бұл ретте G тонна оттегі бөлінуі керек.

6. 1 га ормандағы ағаш санын анықтаңыз, t және m^3 есептеңіз (тапсырма нұсқасына сай), бұл ретте D тонна көмірқышқыл газы сіңірілуі керек.

10-кесте

Ағашқұраммен жұтылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерін есептеу нәтижелері _____ т.

(ағаш түрі)

Жасы _____ жыл.

Құрамбөліктері	Бонитет классы				
	I	II	III	IV	V
CO_2					
H_2O					
O_2					

11-кесте

Негізгі орман түзуші түрлерге жататын ағаштарының ағымдағы жылдық өсуі, $\text{м}^3/\text{га}$

Түрі	Ағымдағы жылдық өсім, жыл					
	30	60	80	100	140	160
Бонитеттің I классы						
Шырша	9,5	16,4	14,3	11,1	5,9	4,7
Қарағай	11,7	13,0	10,4	7,8	4,1	3,2
Балқарағай	11,5	10,	7,3	5,0	2,5	1,4
Бонитеттің II классы						
Шырша	6,9	13,2	12,1	9,6	5,2	4,3
Қарағай	8,7	9,5	7,6	5,9	3,7	2,9
Балқарағай	8,9	8,0	6,0	4,3	2,2	1,6
Бонитеттің III классы						
Шырша	4,6	10,1	9,7	7,8	4,4	3,6
Қарағай	6,5	7,4	6,2	4,9	3,1	2,5
Балқарағай	6,5	5,9	4,5	3,6	1,6	1,2
Бонитеттің IV классы						
Шырша	3,0	7,1	7,3	6,0	3,6	3,0
Қарағай	4,7	5,7	5,3	3,8	2,5	2,1
Балқарағай	4,5	4,3	3,6	2,7	1,8	1,0
Бонитеттің V классы						
Шырша	-	4,5	4,9	4,2	2,6	2,1
Қарағай	2,1	4,1	3,6	3,0	2,0	1,6
Балқарағай	2,7	2,8	2,4	2,1	1,1	1,0

Ескерту: **Орман бонитеті** - орман аумағындағы шаруашылық өндірістің көрсеткіші. Ол табиғи жағдайларға және адамның орманға түсіретін әсеріне байланысты болады және ағаштардың салыстырып отырған жылдағы өсу мөлшерімен сипатталады (сирек жағдайда екпелердің биіктігі есепке алынады) Бонитеттің бес класы қарастырылады (өнімділігі ең жоғарысы - I).

Қайың ағаштарының жылдық өсімі, м³/га

Бонитет классы	Жасы, жыл				
	20	40	60	80	100
I	8,0	8,2	6,4	4,4	2,9
II	4,8	6,6	5,3	3,8	2,5
III	3,8	4,9	4,2	3,1	2,1
IV	2,4	3,5	3,2	2,4	1,6
V	1,4	2,3	2,2	1,7	1,2

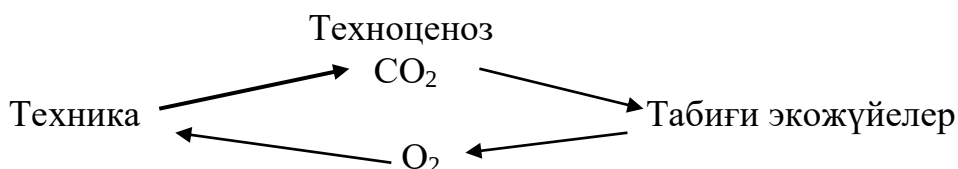
№1 тапсырманың нұсқалары

№ нұсқа	Ағаш түрі	Жылы, жасы	Бонитет	Жұтылған CO ₂ мөлшері, D, т	Бөлінген O ₂ мөлшері, G, т
1.	Шырша	30	I, II, III, IV	2,5	3,3
2.	Шырша	80	I, II, III, IV	3,3	1,6
3.	Шырша	100	I, II, III, IV	1,8	3,4
4.	Шырша	140	I, II, III, IV	3,5	1,9
5.	Қарағай	30	I, II, III, IV	1,1	3,2
6.	Қарағай	80	I, II, III, IV	3,6	2,5
7.	Қарағай	100	I, II, III, IV	1,2	1,7
8.	Қарағай	140	I, II, III, IV	0,6	4,5
9.	Қайың	20	I, II, III, IV	3,3	1,85
10.	Қайың	40	I, II, III, IV	4,2	5,5
11.	Қайың	60	I, II, III, IV	3,3	4,8
12.	Қайың	80	I, II, III, IV	2,7	1,6
13.	Балқарағай	30	II, III, IV, V	3,8	4,2
14.	Балқарағай	80	II, III, IV, V	2,9	3,1
15.	Балқарағай	100	II, III, IV, V	3,0	2,5
16.	Балқарағай	140	II, III, IV, V	5,8	4,2
17.	Балқарағай	60	I, II, III, IV	3,6	2,8
18.	Балқарағай	100	I, II, III, IV	2,8	3,6
19.	Балқарағай	140	I, II, III, IV	4,9	2,9
20.	Балқарағай	160	I, II, III, IV	2,9	3,6

2. Тенестірілген техноценоз құрам бөліктерін есептеу

Техноценоз – бұл бір аймақта әрекет ететін барлық техника және табиғи биоценоз, оның ішінде ең маңыздысы орман болып табылатын нысандардың жиынтығы. Шаруашылық іс-әрекеттің және орманның қоршаған ортаға әсері, ең алдымен атмосфераға әсері бір-біріне қарсы болып табылады. Техника нысандары жалпы экожүйенің гетеротрофты

құрам бөлігі болып саналады, олардың әрекеттерінің нәтижесінде органикалық заттар (ең алдымен органикалық текті жанармайлар) жанады, бұл жағдайда оттегі пайдаланып, көмірқышқыл газы және басқада зиянды қоспалар бөлініп шығарылады. Орман экожүйесінде көмірқышқыл газы мен оттегі ағыны бір-біріне кері бағытта жүреді: оттегі бөлінеді, көмірқышқыл газы сіңіріледі. Жалпы алғанда техноценоздағы CO_2 мен O_2 ағынын келесі сызбамен көрсетуге болады:



Сызбада, егер техноценозда негізгі газ ағыны теңестірілмеген болса, онда мұндай техноценоз Жер биосферасы үшін аса қауіпті болатындығы түсінікті. Оның қызмет әрекетінің нәтижесінде атмосфераның газдық құрамында өзгерістер пайда болады, яғни оның ғаламдық салдары, әсіресе парникті эффект мәселесі пайда болады. Керісінше, егер негізгі ағын теңестірілген болса, онда мұндай техноценоз ешқандай өзгеріссіз ұзақ уақыт бойына жүреді, яғни қоршаған орта бұзылмайды немесе қандай да бір өзге теріс салдары болмайды. Осылайша, техноценоз құрамындағы екі негізгі құрамбөліктер (техника нысандары және табиғи экожүйелер) айтылған заңдылықтағы сандық қатынаста болуы керек және оның тұрақтылығын қамтамасыз етулері тиіс. Техноценоздағы органикалық заттардың синтезделу үрдісі жанармайды жаққан кездегі барлық көмірқышқыл газын сіңіретіндей және қажетті оттегін бөлетіндей қуаттылыққа ие болуы шарт.

Мұндай тепе-теңдік үшін қажетті түзілген органикалық заттардың салмағы келесі формуламен анықталады:

$$M_{\text{CO}_2 \text{ жүту үшін орг-қ зат}} = M_{\text{CO}_2} / 0,44 \chi_{\text{орт.ө}} \quad (10)$$

$$M_{\text{O}_2 \text{ бөлу үшін орг-қ зат}} = M_{\text{O}_2} / 0,32 u_{\text{орт.ө}} \quad (11)$$

мұндағы, $\chi_{\text{орт.ө}}$ және $u_{\text{орт.ө}}$ – әртүрлі түрлік құрамды екепелер үшін фотосинтез теңдеуінің орташа өлшенген коэффициенті; M_{CO_2} және M_{O_2} – сіңірілетін антропогенді CO_2 мен бөлінетін O_2 жалпы қосынды мөлшері (т).

Табиғи экожүйеде синтезделетін органикалық заттардың өнімі күрделі түрлік және фракциялық құрылымға ие болып табылады. Мәселен, a_{ij} – j түріндегі биомасса өсіміндегі i - фракциясының үлесі болсын, b_j – өсімдік биомассасының өсіміндегі j түрінің үлесі болсын, онда есептеу келесідей формула арқылы болады:

$$M_{CO_2} = 0,44 \sum_j \sum_i x_{ij} \cdot a_{ij} \cdot b_j \cdot M_{орг.зат} \quad (12)$$

$$M_{O_2} = 0,32 \sum_j \sum_i u_{ij} \cdot a_{ij} \cdot b_j \cdot M_{орг.зат} \quad (13)$$

мұндағы, x_{ij} және u_{ij} – химиялық құрамы бойынша ерекшеленетін, әртүрлі түрлердегі органикалық заттар өнімінің сәйкес фракциялары үшін фотосинтездің теңестіру коэффициенттері.

Урбанизацияланған ландшафт құрамына кіретін өсімдік өнімінің нақты фракциялық құрамын анықтау арнайы зерттеулерді жүргізу арқылы ғана іске асатын аса күрделі тапсырма болып саналады. Алайда, көріп отырғанымыздай, орман экожүйесі ең өнімді экожүйе екенін ескере отырып, техноценоздың табиғи құрамбөліктерінің мөлшерін есептеуде негізгі көрсеткіштер ретінде басты орман түзуші түрлерді алуға болады. Сонымен қатар, ағаштың өуінде CO_2 басқа өсімдіктердің басқа фракцияларымен салыстырғанда ұзақ мерзімге байланысқа түседі, мысалы ассимиляциялық мүшелерін айтуға болады. Нақты бір уақыт аралығында экожүйенің газдық тепе-теңдігі үшін маңыздысы, тек осы алынған уақыт интервалынан ұзағырақ тіршілік ететін өсімдіктің, яғни, біздің мақсаттарымыз үшін экожүйенің органикалық заттар массасының таза өсімі маңызды. Орман экожүйесі жағдайында, оның ең көп бөлігін басым болып келетін түрлердің ағаштары құрайды.

Ағаш сүрегінің салмағының екі шамасының бірін, ары қарай талдау жасау үшін бір мезетте екі газдық тепе-теңдікті сақтайтынын таңдау қажет:

$$M_{орг.зат} = \max (M_{CO_2\text{жүту үшін орг.зат}}; M_{O_{26олу үшін орг.зат}}) \quad (14)$$

Ары қарай талдау жасау үшін техноценозда тепе-теңдікті сақтайтын ағаш сүрегінің абсолютті құрғақ салмағының шамасын көлемге келтіріп қайта есептеу қажет:

$$V = M_{орг.зат} / P \quad (15)$$

мұндағы, P – сәйкес түрдің ағаш сүрегінің тығыздығы.

V ($m^3/жыл$) шамасы және 1 гектарда ағаштың орташа жылдық өсуінің – B ($m^3/(га \cdot жыл)$), кесте -11, 12) негізінде техноценоздың тепе-теңдігі үшін қажетті орман ауданы келесі формуламен анықталады:

$$S = V/B \quad (16)$$

Ағаштан қажетті органикалық заттар мөлшерінің синтезін қамтамасыз ететін өнімділігі және күрделі түрлік, жастық құрамы бар орман ауданы келесі формуламен есептеледі:

$$S = \sum_j \frac{b_j * M_{\text{орг.зат}}}{P_j * B_j} \quad (17)$$

мұндағы, P_j – j түрлік ағаштың негізгі тығыздығы, т/жыл абсолютті құрғақ массаға шаққанда; B_j – ағымдағы өсім, жылына $\text{м}^3/\text{га}$ (кесте 11, 12); b_j – өсімдік биомассасының өсіміндегі j түрінің үлесі (кесте 14); $M_{\text{орг.зат}}$ – техноценоздағы тепе-теңдікті қамтамасыз ететін органикалық заттың массасы (формула 14).

Қарастырылып отырған аймақтың урбанизациялану дәрежесінің көрсеткіші келесі коэффициент болып саналады:

$$K = S / S_{\text{қалалар}} \quad (18)$$

Бұл коэффициент қарастырылып отырыған 1 га қала аумағының биосфераға антропогенді әсерін өтейтін қажетті орман гектарын көрсетеді.

Негізінен, қалалар құрылысы маңындағы жасыл желек аумағы 40% кем болмауы, ал тұрғын үй маңындағы үлесі - 25%-дан кем болмауы керек. Сәйкесінше егер:

$K < 0,4$ – техноценоз мүмкін, өндірістің дамуы үшін рұқсат етіледі;

$K = 0,4-0,55$ – жасыл желектің көлемін ұлғайтатын болса, техноценоз мүмкін;

$K = 0,55 - 1$ – техноценоз біршама қиындықтар туғызады;

$K > 1$ – техноценоз мүмкін емес.

№2 Бақылау жұмысы

Берілген тапсырма нұсқаларына сәйкес (14 - кесте) нақты құрамға ие N тонна табиғи газды жаққан кездегі теңестірілген техноценоз ($M_{\text{орг.зат}}$, S , K) параметрлерін есептеңіз. Әр түрге жататын ағаш түрлерінің өсімі және тығыздығы бойынша мәліметтерді 1-тапсырмадан алыңыз.

Жұмыстың орындалу реті

1. Метанның жану теңдеуін құрастырыңыз.

2. Реакция теңдеуі бойынша пайдаланылатын оттегі мен бөлінетін CO_2 мөлшерін есептеңіз:

$$M_{\text{CO}_2} = \frac{N \cdot 0,01 \cdot d \cdot MM_{\text{CO}_2}}{MM_{\text{CH}_4}} \quad (19)$$

$$M_{\text{O}_2} = \frac{N \cdot 0,01 \cdot d \cdot 4MM_{\text{O}}}{MM_{\text{CH}_4}} \quad (20)$$

мұндағы, MM_{CO_2} , MM_{CH_4} – сәйкесінше CO_2 , CH_4 молекулалық салмағы; MM_{O} – оттегінің атомдық салмағы; N – табиғи газ шығыны, т (тапсырма нұсқасына сай), d – нұсқаға сай газдағы метан мөлшері, %.

3. Бөлінетін CO_2 жалпы қосынды мөлшерін анықтаңыз (жану барысында пайда болған және газ құрамындағы мөлшері)

$$M_{CO_2}^{газ} = (1 - 0,01 \cdot d) \cdot N \quad (21)$$

$$M_{CO_2}^{қос} = M_{CO_2} + M_{CO_2}^{газ} \quad (22)$$

4. $x_{орт.ө.}$ және $u_{орт.ө.}$ коэффициенттерінің орташа мәнін табыңыз.

4.1 Тапсырма нұсқасында көрсетілген орман түзуші негізгі түрлер үшін x және u коэффициентін анықтаңыз (шырша - $x_{ш}$, қарағай – $x_{қ}$, қайын - $x_{қа}$);

4.2 Берілген нұсқаның мәліметтерін пайдалана отырып $x_{орт.ө.}$ және $u_{орт.ө.}$ коэффициенттерін табыңыз.

$$x_{орт.ө} = x_{ш} \cdot b_{ш} + x_{қ} \cdot b_{қ} + x_{қа} \cdot b_{қа} \quad (23)$$

$$u_{орт.ө} = u_{ш} \cdot b_{ш} + u_{қ} \cdot b_{қ} + u_{қа} \cdot b_{қа} \quad (24)$$

мұндағы, $b_{ш}$, $b_{қ}$, $b_{қа}$ – тапсырма нұсқасына сай егілген шырша, қарағай мен қайын мөлшері.

5. Түзілген CO_2 жалпы мөлшерін жұту және қажетті оттегі мөлшерін бөлу үшін түзілуі үшін қажетті органикалық заттың салмағын есептеңіз.

6. Бір мезетте екі газдық тепе-теңдікті ұстап тұруға қажетті салмақ мәнін таңдаңыз (14-формула).

7. Ағаштан қажетті органикалық заттар мөлшерінің синтезін қамтамасыз ететін өнімділігі және күрделі түрлік, жастық құрамы бар жасыл екпелердің ауданын анықтаңыз, мұнда үшінші класс бонитеті үшін ағымдағы өсім мәндерін пайдаланыңыз.

8. Қала ауданын есептеңіз: $S_{қала} = L \cdot B \cdot 10^2$, га.

9. Қарастырылып отырған аймақтың урбанизациялану дәрежесінің көрсеткішін есептеңіз (18-формула).

10. Техноценоздың болашақтағы мүмкіндігі туралы қорытынды жасаңыз.

14-кесте

№2 бақылау жұмысының нұсқалары

Нұсқа №	Жылына жанатын газ мөлшері, N	Газдағы метан мөлшері, d %	Өсімдік биомассасының өсіміндегі j түрінің үлесі, b_j			Түрдің жасы j, жас			Қала мөлшері, LxB, кг
			шырша	қарағай	қайын	шырша	қайын	қарағай	
1	3000	92	0,10	0,50	0,40	80	140	20	5 x11
2	8000	93	0,25	0,25	0,50	30	80	40	8 x13
3	1200	94	0,30	0,25	0,45	80	80	60	12x12

4	7000	93	0,40	0,40	0,20	140	30	20	12x13
5	6000	96	0,10	0,50	0,40	140	80	40	15x8
6	9500	92	0,33	0,33	0,34	140	140	80	11x9
7	7500	95	0,55	0,15	0,30	140	80	20	13x12
8	11000	98	0,50	0,25	0,25	80	80	40	15x8
9	4000	92	0,25	0,70	0,5	80	30	40	12,5x10
10	12500	96	0,50	0,23	0,27	30	80	80	13 x12
11	100000	95	0,20	0,20	0,60	30	80	20	15 x10
12	5500	93	0,35	0,35	0,30	140	80	80	5 x12
13	6800	90	0,30	0,50	0,20	80	30	20	6 x12
14	6000	94	0,10	0,50	0,40	140	80	40	6,5x13
15	7000	93	0,50	0,28	0,22	80	30	80	8 x12
16	8250	92	0,3	0,6	0,1	80	30	40	15x12
17	5600	93	0,25	0,35	0,1,4	140	80	40	15x15
18	7580	92	0,15	0,15	0,7	100	100	100	18x10
19	8560	93	0,45	0,45	0,1	80	80	80	16x11
20	9000	92	0,25	0,45	0,3	80	60	40	14x8

Жасалған жұмыс бойынша тапсырылатын есеп жоспары:

1. Жұмыстың мақсаты.
2. 1 тапсырма бойынша бастапқы мәліметтер.
3. x , y , z , u коэффициенттерінің есептеулері.
4. Тапсырма нұсқасына сай әрбір бонитет класы үшін тұтынылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерінің есептеулері.
5. Кесте 10.
6. Бонитет класына тұтынылған CO_2 мен H_2O және бөлінген O_2 мөлшерінің тәуелділігінің графигі.
7. График бойынша қорытынды.
8. D тонна көмірқышқыл газы сіңірілетін және G тонна оттегі бөлінетіндей түзілген 1 га ормандағы ағаш санының есебі, t және m^3 (тапсырма нұсқасына сай),
9. 2 тапсырма бойынша бастапқы мәліметтер.
10. Метанның жану теңдеуі.
11. Бөлінетін CO_2 мөлшері және пайдаланылған оттегі мөлшерінің қосынды есептеулері.
12. $x_{\text{орт.ө}}$ және $u_{\text{орт.ө}}$ - орташа өлшенген коэффициенттерінің есептеулері.
13. Бір мезетте екі газдың тепе-теңдігін ұстап тұруға қажетті салмақ мәнінің есептеулері
14. Қажетті жасыл желектің ауданының есептеулері.
15. Қарастырылып отырған аймақ ауданының және урбанизациялану дәрежесі көрсеткішінің есептеулері.
16. Техноценоздың болашақ мүмкіндігі туралы қорытынды.

ЭКОТОКСИКОЛОГИЯ

Экотоксикология – жалпы экожүйе немесе популяция деңгейіндегі түрлі тірі организмдерге (микроорганизмдерден бастап адамға дейін) ластаушылар әсерінен болатын қолайсыз жағдайлардың дамуын, сонымен қатар биогеоценоз жүйесіндегі химиялық заттар жағдайын зерттейді. Организм мен удың өзара әрекеттестігін зерттейтін ғылымды **экотоксикология** деп атайды.

Қоршаған орта нысандарындағы улы қосылыстарды анықтаудың көптеген физикалық-химиялық әдістері бар. Алайда әртүрлі ұйымдастыру деңгейлеріндегі тірі организмдер, сонымен қатар ферменттер, полиферментті кешендер, жасушалық органоидтар, жасушалар, ұлпалар, рецепторлар, антиденелер, тіркейтін агенпен арнайы байланысатын антигендер негізінде түзілген биосенсорлар жоғары сезімталдыққа ие.

Заттардың улы әсерлері

Биологиялық жүйелердің қызметінің бұзылуына алып келетін заттардың әсері **улы әсер** деп аталады. Улы әсер заттардың молекулалық деңгейде биологиялық нысанмен әсерлесуіне негізделген. Улы үрдістің дамуы заттардың биологиялық жүйелерге улы әсерінің салдары болып табылады.

Улылық тек қана химиялық заттар мен биологиялық жүйенің (жасушалар, оқшауланған мүшелер, организмдер, популяциялар) өзара әсерлесуі кезінде пайда болады және сол кезде зерттеу мүмкіндігі туындайды.

Улы үрдістің қалыптасу және даму тетіктері, оның сапалық және сандық сипаттамасы ең алдымен заттың құрылымымен оның әсер ету дозасымен анықталады. Алайда, туындайтын улы әсердің түрі, биологиялық нысанның түрімен оның қасиетіне сөзсіз тәуелді болады.

Популяциялық және биогеоценологиялық деңгейде тіркелетін заттардың улы әсерін **экотоксика** деген терминмен атауға болады.

Популяция деңгейінде экотоксикалық үрдістер келесідей әсер көрсетеді:

- аурулар санының, өлімнің, туа біткен дерттер санының артуы, туылымның төмендеуі;
- популяцияның демографиялық сипаттамаларының бұзылуы (жастық, жыныстық қатынасы және т.б.);
- популяция мүшелерінің орташа тіршілік ету ұзақтығының төмендеуі, олардың мәдени деградациялануыға ұшырауы.

Экотоксикологияда тек қана **биоқолжетімді**, яғни тірі организмдермен механикалық емес жолмен әсерлесетін молекулалар ғана қызығушылық туғызады. Әдетте, оларға газ немесе сұйық күйде болатын және сулы ерітінді түріндегі қосылыстар, топырақ және түрлі беткі қабаттардың бөлшектерінде адсорбцияланған қатты бөлшектер, бірақ

майда дисперсті шаң түріндегі (бөлшектердің мөлшері 50 мкм) бөлшектер және ең соңғысы организмге тамақпен бірге түсетін заттар жатады.

Биоқолжетімді қосылыстардың бір бөлігі организмдермен жойылады, олар өздерінің қоршаған ортамен пластикалық және энергетикалық алмасу үрдісіне қатысады, яғни тіршілік ету ортасының қоры ретінде жүреді. Ал, басқа бөлігі болса өсімдік немесе жануар организмне түскенде энергия көзі және пластикалық материал ретінде пайдаланылмайды. Алайда жеткілікті мөлшерде және концентрацияда әсер ете отырып, қалыпты физиологиялық үрдістерді айтарлықтай өзгерутуге қабілетті. Мұндай қосылыстар бөгде заттар немесе **ксенобиотиктер** деп аталады.

Экотоксикологияның күрделі тәжірибелік міндеттерінің бірі — экополлютанттың (ластаушы) экотоксикантка ауысуы кезіндегі сандық параметрлерді анықтау.

Экотоксиканттар

Дүниежүзілік Денсаулық Сақтау Ұйымының (ДДСҰ) (1992 ж) деректері бойынша биоқолжетімді ксенобиотиктердің табиғи көздеріне: желмен тасымалданатын шаң бөлшектері, теңіз тұзының аэрозолі, жанартау қалдықтары, орман өрттері, биогенді бөлшектер, биогенді ұшқыш заттар жатады. Қоршаған ортадағы жыл сайын саны артып келе жатқан ксенобиотиктер қатарына адамдар әрекетінің нәтижесін де жатқызуға болады. Экотоксиканттар қоршаған ортада жинақталады, себебі микроорганизмдердің катаболизмге қабілеттілігінің дағдылануына бағытталған эволюциялық үрдісі белгілі бір деңгейде баяу жүруде, яғни осы қосылыстар деградацияға ұшырауда.

Қоршаған ортадағы көптеген абиотикалық (тірі организмдердің қатысуынсыз жүзеге асатын) және биотикалық (тірі организмдердің қатысуымен жүзеге асатын) үрдістер экополлюанттардың элиминациясына (жойылуына) бағытталған. Көптеген ксенобиотиктер ауаға, топыраққа және суға түскенде экожүйеге аз мөлшерде зиян келтіреді. Себебі олардың әсер ету мерзімі өте қысқа. Бұзылу үрдістеріне төзімді болып келетін және соның салдарынан қоршаған ортада ұзақ уақыт бойына сақталатын заттар, әдетте жанама түрде аса қауіпті экотоксиканттар болып табылады.

Қоршаған ортаға келіп түскен көптеген заттардың басым бөлігі түрлі өзгерістерге ұшырайды. Бұл өзгерістердің сипаты мен жылдамдығы олардың тұрақтылығына байланысты.

Егер, қоршаған ортадағы ластаушы организмнің ішіне түсе алмаса, онда ол организм үшін қауіпті болып табылмайды. Алайда, көптеген ксенобиотиктер организмнің ішіне ене отырып, ұлпаларда жинақталуға қабілетті. Организмге абиотикалық ортадан (су, топырақ, ауа) және қорегі арқылы (трофикалық жолмен) токсиканттардың түсуі және жиналу үрдісі **биоаккумуляция** деп аталады. Биоаккумуляцияның нәтижесінде осы үрдіске ұшыраған организмге (ұлпадағы концентрациясы шектен тыс көп

болғанда) зиян келеді, сонымен қатар осы биологиялық түрді қорек ретінде пайдаланатын организмге де қауіп төнеді.

Аса қауіпті экотоксиканттар ретінде ауыр металдарды айтуға болады. Молекулалық нысандар, яғни ауыр металдар иондарының шабуылына ұшырайтын нысандарға мыналар жатады:

- 1) гемқұрамды ақуыздар мен ферменттер;
- 2) липидтер мен ақуыздардың еркін радикальды және асқын тотықты жүйелері, сондай-ақ антиоксидантты және антипероксидантты қорғаныш жүйелері;
- 3) электрондарды тасмалдаушы және АТФ синтездеуші ферменттер;
- 4) жасушалық мембраналардың ақуыздары және мембраналардың иондық каналдары.

Органикалық экотоксиканттар. Миллиондаған органикалық заттар, органикалық синтез өнімдері, өндірістік қалдықтар ішінде және адам іс-әрекетінің түрлі салаларында (пестицидтерден бастап трансформаторлық майларға дейін, жағармайдан бастап жуғыш заттарға дейін) пайдаланылатын көптеген органикалық экотоксиканттар бар.

Әртүрлі биологиялық орталарда диоксиндердің және соған ұқсас заттар үшін жасушалық нысандардың көптігі олардың улы әсерінің ауқымдығын көрсетеді. Олардың қатарында:

- 1) эмбриотоксикалық және тератогендік – күтпеген түсіктің, даму үрдісінде ауытқулармен туылған ұрпақтар санының артуы;
- 2) иммунотоксикалық, СПИД вирусының әсеріне ұқсас;
- 3) гистопатологиялық, хлоракне (терідегі май бездерінің жасушаларының өзгеруі) және ойық жара ауруын тудырады;
- 4) метаболизмдік, белсенділіктің модуляциясымен байланысты;
- 5) энокриндік-токсинді, тироксин, экстроген, андроген гормондарының метаболизміне әсер етумен байланысты (тестостерон гормонының синтезіне тежеу жасау ұрпақтың тұрақты феминизацияға ұшырауына алып келеді);
- 6) нейротоксинді, қатты күйгелектік, жабырқаулы жағдай және ақыл-ой дамуының төмендеуінен көрінеді. Бұл жағдай полихлорлы диоксиндер мен дибензофуранның бас миы жасушаларындағы кейбір нейротрансмиттердің метаболизміне әсер етуімен байланысты;
- 7) канцерогенді, қатерлі ісіктің туындауына алып келеді..

Улылықты анықтау әдістері

Химиялық экотоксикологияның үдемелі түрде даму жолы экотоксиканттардың мүмкін болатын барлық жинақталу, биологиялық өзгеру жолдарын бақылаудан, экотоксиканттардың белгілі бір биотамен өзара байланыстарын анықтаудан, экотоксикологиялық салдарын болжаудан тұрады.

Бұл ретте, әсіресе химикаттардың тұрақтылығына және олардың табиғи жағдайда түрленуінен пайда болатын өнімдерге қатысты сандық

көрсеткіштері маңызды. Оларды мониторинг барысында алып ауа, су және топырақ сынамаларындағы жекеленген химиялық қосылыстардың концентрацияларының өзгерісін жүйелі түрде талдау арқылы бақылау жасау немесе зертханалық модельдеу нәтижесінде анықтайды. Осылайша бұл әдістер жан-жақты жетілдірілуі тиіс.

Қазіргі таңда, негізгі экотоксикологиялық нәтижелер нақты далалық және зертханалық жағдайларда эмпирикалық зерттеулер жүргізу нәтижесінде алынады. Болашақта бұл ғылымның негізгі феномендерін анықтауға бағытталған жұмыстарды жалғастыру қажет. Олардың ішінде төмендегілерді ескеру шарт:

- аса қауіпті экополлютанттарға сезімталдығы жоғары тірі организмдер түрін (ең алдымен адам популяциясының саулығын анықтайтын ортада) анықтау;

- экотоксикологиялық әсердің туындауына алып келетін қоршаған ортаның абиотикалық элементтері мен ксенобиотиктердің өзара әсерлесу заңдылығын зерттеу;

- ортаның ксенобиотикалық көрінісін құрайтын заттардың біріккен әсері кезіндегі жағымсыз әсердің пайда болу заңдылықтарын ашу, шығу тегі химиялық емес стрессорлардың экологиялық улылығына әсері;

- популяция және одан жоғары деңгейлерде көрінісі беруіне дейін ксенобиотиктердің экожүйеге улы әсерін анықтауға мүмкіндік беретін молекулалық және жасушалық маркерін анықтау;

Зертханалық жағдайда ауыз судың, жерасты және жерүсті суларының, ақаба сулардың, сонымен қатар топырақтың, ақаба судың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісінің жіті және созылмалы уыттылығын анықтауда тест-нысандарды пайдаланады. Бұл әдістеме улы заттың әсері кезіндегі тест-нысандарының өлімге ұшырауына негізделген.

Тест-нысандарға зерттеуге алынған судың немесе топырақтың, ақаба сулардың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісінің жіті улы әсері осы нысандардың белгілі бір экспозиция кезеңінде өлімге ұшырауымен анықталады. Жіті улылықтың көрсеткіші ретінде 96 сағат ішіндегі зерттеуге алынған суда 50% және одан жоғары көрсеткіште тест-нысандарының өлуін жатқызуға болады. Бірақ бақылау тәжірибесіндегі өлім көрсеткіші 10%-дан аспауы қажет.

Жіті улылық әсерді анықтау бойынша жүргізілетін тәжірибелерде мыналар анықталады:

- тест- организмдердің 50% және одан жоғары көрсеткіште ($ӨК_{50-96}$ (өлімге әкелетін концентрация)) өлімге алып келетін жекелеген заттардың өлімге әкелетін орташа концентрациясы (құрамында заттардың қоспасы бар судың немесе топырақтың, ақаба судың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісінің сұйылтылу еселігі);

- тест- организмдердің 10%-дан көп емес мөлшерде ($ЗК_{10-96}$, $СЗК_{10-96}$ (сұйытылған залалсыз концентрация)) өлуіне алып келетін жекеленген заттардың (құрамында заттардың қоспасы бар судың немесе топырақтың,

ақаба судың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісінің сұйылтылу еселігі) залалсыз концентрациясы (жіті уылылық әсерін тудырмайды).

Биотестілеу жүргізуге дайындық

Биотестілеуді өткізу үшін алдын-ала ыдыстарды, сынама алғыштарды, алынған сынамаларды сақтайтын жерді, сондай-ақ сынаманы өңдеуге және олардың улылығын зерттеуге арналған жұмыс орнын дайындау қажет. Барлық алдын-ала дайындау жұмыстарында қоршаған ортадан және заттардан улы, органикалық және басқа да заттардың, зерттеліп отырған суға немесе топырақтың, ақаба судың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісіне түсуіне жол бермеу шарт.

Биотестілеу (*bioassay*) деп – қауіп туралы дабыл беретін тест-нысандардың көмегімен ортаның уытты болу үрдісін анықтауды айтамыз. Сондай-ақ тест нысанның маңызды тіршілік қызметтерінде өзгеріс тудыратын заттардың қандай болуы және қандай қоспа түрінде болуы маңызды емес. Биотестілеу – қарапайым, жылдам және қолжетімді болуының арқасында дүние жүзінде кеңінен қолданылады және аналитикалық химия әдістерімен қатар жиі пайдаланылады.

Биотестілеу әдісі сулы ортаның улылығын бағалайтын әдіс ретінде мынадай жағдайларда:

- жанама ластану көздерін анықтау мақсатында өндірістік, ақаба, тұрмыстық, ауылшаруашылық, дренаждық, ластанған табиғи және басқа да суларға токсикологиялық бағалау жүргізу кезінде;

- улылығы жоғары ақаба сулардың апаттық төгілуін бақылауда;

- жергіліктік тазалау қондырғыларын жобалау кезінде ақаба сулардың түзілуінің түрлі сатыларында улылық дәрежесін бағалауда;

- белсенді тұнбаның организмдері үшін қауіпті заттардың енуінің алдын-алу мақсатында биологиялық типтегі тазалау қондырғыларына берілетін ақаба сулардың улылығын бақылауда;

- ақаба сулармен су қоймаларына келіп түсетін судағы заттардың шекті рұқсат етілген төгінділерін анықтау және түзету кезінде биотестілеудің нәтижелерін ескеру мақсатында, гидробионттар үшін ақаба сулардың қауіпсіз сұйылту дәрежесін анықтауда;

- жаңа материалдардың, тазалау технологияларының, тазалайтын қондырғылар жобаларының және т.б. экологиялық сараптамасын жүргізуде қолданылады.

Тест-нысан (*test organism*) – химиялық заттардың, табиғи және ақаба сулардың, топырақтың, шөгінді жыныстардың, қоректің және т.б. улылығын бағалауда қолданылатын организм. Л.П. Брагинскийдің анықтамасы бойынша: тест-нысан – ортаның улылығы туралы ақпарат беретін дыбыс «тетігі» және сулы ортаның улылығы (уыттылығы, уландырғыштығы, зияндылығы) туралы жедел ақпарат («иә», «жоқ») беретін күрделі химиялық талдаудың алмастырғышы болып табылады. Тест-нысандар белгілі бір дәрежеде ластанған сулы ортаның (ақаба,

төгінді, айналмалы және табиғи су) уыттылығының деңгейіне сандық баға береді.

Биотестілеу үшін әртүрлі гидробионттар пайдаланылады - балдырлар, микроорганизмдер, омыртқасыздар, балықтар. Ең танымал нысандар: планктонды шаян тәрізділердің – *Daphnia magna*, *Ceriodaphnia affinis* сүзіп қоректенетіндердің жас кезеңі.

Биотестілеуді дұрыс жүргізудің ең маңызды шарты – генетикалық біркелкі зертханалық дақылдарды қолдану. Себебі олар сезімталдық тексеруден өтеді және арнайы стандарттармен келісілген, қажетті зерттеу нәтижелерін жинақтау және жаңғыртуды қамтамасыз ететін зертханалық жағдайда ұсталады. Сондай-ақ улы заттарды анықтауға деген аса жоғары деңгейдегі сезімталдыққа ие.

Биотестілеу ұзақтығы зерттеуші тарапынан қойылған мақсатқа байланысты болады. Тірі қалу көрсеткіші бойынша түрлі тест-нысандарға жүргізілетін жіті биотестер бірнеше минуттан 24-96 сағатқа дейін созылады. Қысқа мерзімді созылмалы тестер 7 тәулік бойы созылады және тест-нысанның бірінші ұрпағын алған кезде аяқталады.

Үш ұрпақты қамтитын шаянтәрізділердің жалпы ұрпақ бергіштігіне жүргізілетін созылмалы тест үшінші ұрпақта шабақтардың пайда болуына дейін созылады

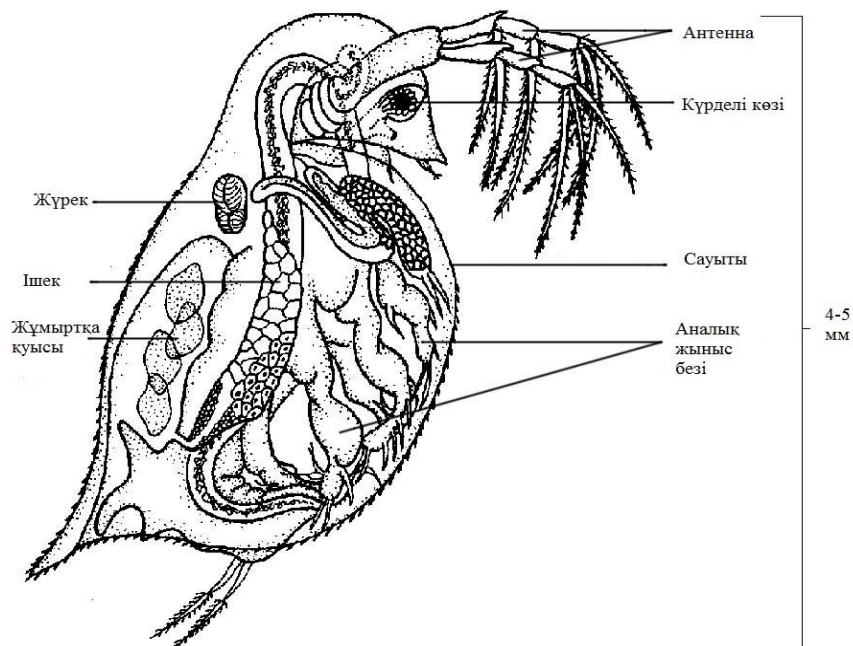
Улылық дәрежесі биотестілеу әдісі және зерттелініп отырған ортадағы шекті рұқсат етілген концентрациядан (ШРК) артуы бойынша бағаланады.

Құрамы белгісіз ластану кезінде, уыттылықты бақылаудың нәтижелері сенімді болуы үшін, бір мезетте бірнеше тест-нысандар пайдаланылуы шарт.

Тест – нысандар

Daphnia agna Straus – төменгі сатыдағы бұтақмұрттылар отряды, шаянтәрізділер түріне жатады. Дафниялар ағынсыз және әлсіз ағынды тұщы су қоймаларында планктонды (су айдындарының әр түрлі тереңдігінде мекендейтін, суда қалқып тіршілік ететін және су ағынына төтеп бере алмайтын организмдер) тіршілік етеді.

Дафнияның денесі екі жағынан қысылған сопақша пішінді тәріздес және мөлдір түсті сауытпен қапталған. Денесі бас, кеуде және құрсаққа анық бөлінбеген (6 сурет). Басы қорғаныш сауытпен қорғалған және төмен қарай бағытталып созылған тұмсық тәрізді. Созылған тұмсығының астында екі жұп: антеннула және антенна мұртшалары бар. Соңғысы қатты дамыған, су қабатында қозғалуға көмектеседі, серпу арқылы суда жүзгенде секіrmелі қозғалыс жасайды. Кеудесіндегі бес жұп мұртшалары қатты бунақталған, қауырсын тәрізді өскіндері бар, олар суды сүзу үшін, тамақтануға, тыныс алуға қатысты қызметтер атқарады. Денесінің құрсақ (абдоменді) бөлігі постабдоменмен аяқталады, оның сырқы шетінде қуыс бар, бұл ерекшелік осы түрдегі дафнияға тән. Ішкі мүшелернің орналасуы 6-суретте келтірілген.



6-сурет. Аналық *Daphnia agna* Straus құрылысы.

Қалқанмен жабылмаған бас бөлігінде көздері орналасқан: үлкені – күрделі, екі жағындағы 2 көзінің бірігуінен пайда болған. Оның алдыңғы жағында жетілмеген жай бір көзі бар кішісі - қарапайым. Дафнияның сауытының астынан жүрегін, ішегін ажырату оңай. Сонымен қатар кеудесінің арқа жағында орналасқан жұмыртқаға арналған қуыс бар, ол тек аналықтарына тән. Бұл жерде дафнияның эмбриондық дамуы жүреді. Шаянтрэзиділер оңтайлы қоректенетін болса түлеу үрдісінің арасында олардың мөлшері екі еселенеді. Жыныстық жетілу кезеңіне жеткен соң дафниялардың өсуі бәсеңдейді, түлеу жиілігі де азаяды. Барлық тіршілік кезеңінде дафниялар 24 ретке дейін түлейді. Шабактарының ұзындығы 0,7-0,9 мм ғана болады. Жыныстық жетілген аналығы - 2,2-2,4 мм, аталығы – 2,0-2,1 мм. Оңтайлы температура ($+20 \pm 2^{\circ}\text{C}$) және жақсы қоректік орта болса шаяндардың жетілу кезеңі 5-8 тәулік, эмбриондық даму кезеңі 3-4 тәулік, 25°C дейінгі жоғары температурада - 46 сағ. Дафниялер зертханалық жағдайдағы оңтайлы режимде 3-4 ай және одан да ұзақ уақыт тіршілік етеді.

25°C -тан жоғары температурада тіршілік ету ұзақтығы 25 тәулікке дейін қысқаруы мүмкін. Ал аштыққа ұшырау – тіршілік ету ұзақтығын арттырады, алайда өсуі мен түлеуі тежеледі. Қоректену сипаты бойынша дафниялар сүзіп қоректенетіндерге жатады. Табиғатта дафниялар суда қалқып тіршілік ететін бактериялармен, біржасушалы балдырлармен, детриттермен, еріген органикалық заттармен қоректенеді.

Ақ энхитрей (*Enchhytzaeus albidus*) – омыртқасыз жануарлардың бір түрі, оларды салыстырмалы қарапайым жағдайда өсіріп, көбейтуге болады (7-сурет). Энхитрейді топырақта, соғылған қышта, қоқыста, жұмыр майда тастарда, сүзгі қағаз жапырақшаларының арасында, мата, жөке немесе қап

тігетін мата (кенеп) жайматөсемдерінің арасында, су өсімдіктерінің шіріген жапырақтарының арасында өседі. Энхитрейдің кейбір түрлерін құрамында екі пайыздық топырақ экстаркты бар Петри табақшасындағы агарда өсіреді. Агардың бетін аздаған топырақ қабатымен жабады, онда микрофлорамен қоректене отырып, агарда көбейетін құрттар тіршілік етеді. Құрттың өсіп, көбеюі үшін ең қолайлы жағдайлар:

- температура – 17-18⁰С;
- құрылымы жақсы топырақтың ылғалдығы 23-25%;
- ортаның белсенді реакциясы – бейтарап немесе әлсіз қышқыл болуы

кажет.

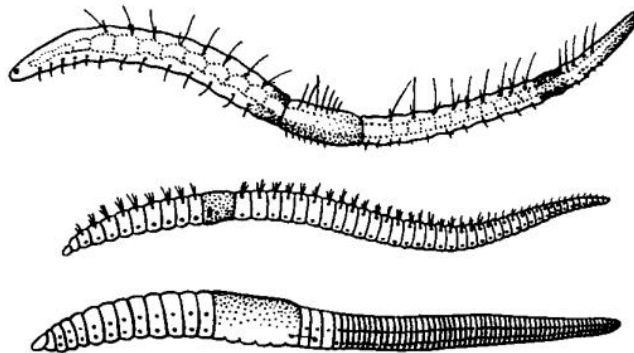
Топырақ құрамында құрт мөлшері жеткілікті дәрежеде болған кезде олар жылдам өседі, яғни алғашқы 30-40 күн кезінде құрттар жаңа ортаға бейімделеді, көбейе бастайды, түсірілген піллелардың (кокондардың) жұмыртқаларынан жас құрттар шығып, олар да өсе бастайды. Яғни 0,2 м² ауданға 20 г-ған кем болмауы тиіс. Алынған дараларды пайдалануды биомасса максималды түрде өскен кезінде бастау керек, яғни егу басталған кейін 45-50 күнде. Қорек ретінде түрлі жармаларды, ұнды, көкөністі, жасыл шөптесін өсімдіктерді, жеміс-жидектерді, ашытқыны, ең бастысы қайнатылған және майдаланған гидролизат (жем) түрінде қолданады. Қайнатылмаған түрде тек қана қоректік ашытқыны пайдаланады. Алайда олар алдын-ала ыстық суда сұйытылуы шарт.



7-сурет. Ақ энхитрей

Олигохеттер – сирекқылтанды құрттар (*Oligochaeta*) – суда және топырақта тіршілік етеді. Белдеулі (*Clitellata*) сақина тәрізді құрттар (*Annelida*) класында салыстырмалы түрде саны көп класс тармағына жатады (8-сурет). Тұщы және теңіз суларында, топырақта кеңінен таралған. Олигохеттің денесі цилиндр тәріздес, суда тіршілік ететін түрінің ұзындығы 1 мм-дің ондаған бөлігінен (субмикроскопиялық) 20 см-ге дейін, ал құрылықта тіршілік ететіндердің ұзындығы 2,5 метрге дейін жетеді. Денесі сегменттелген, сақиналы сегменттерден (сомиттер) тұрады, олардың саны 3-5 жүзге дейін барады. Құрттың алдыңғы бөлігінде түрлі пішінді бас (ауыз алды) қуысы (простомиум), ауызы (перистом) және

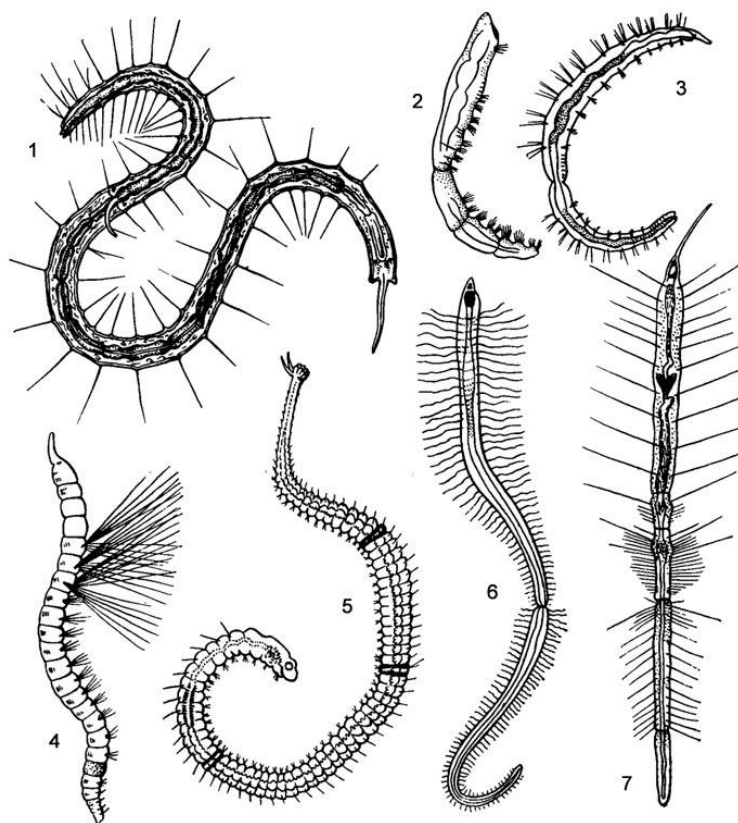
алғашқы сегмент - ауыздық (перистомиум) болады. Денесі түрлі пішіндегі пигидиямен (құрсақтың артқы бөлігімен) аяқталады. Кейбір олигохеттерде, мысалы наидидтерде (*Naididae* тұқымдасының өкілдерінде) бас қуысының екі жағында жұп көздері болады. Бірінші сегмент пен пигидия сегменттерінен басқа сегменттерде қылтандар саны әртүрлі 2-ден немесе 4-тен шоғырланып орналасқан (құрсақтық және арқа) мұртшалары болады. Сонымен қатар құрсақтық және арқа шоғырлардың мұртшалары бірдей болуы мүмкін. Бірақ саны мен пішіні бойынша әртүрлі болып келуі ықтимал.



8-сурет. Әртүрлі олигохеттер

Наидидтердің денелері жіпше тәрізді, ұзындығы 0,4 мм-ден 20 мм-ге дейін жетеді (9-сурет). Сегменттерінің саны 10-нан 50-ге дейін, кейде тіпті 80-ге жетеді. Көпшілігінің көзі, тіпті кейбіреулерінің желбезегі де бар. Әдетте тұщы сулардың жағалауларында, макрофиттер арасында көбіне субстрат пен өсімдіктерге жабысып тіршілік етеді. Детриттермен қоректенеді, тіпті жыртқыш түрлері де бар. Көпшілігі суда жақсы жүзеді. Жыныссыз (даралар тізбегін түзу арқылы) және жынысты (шағылысып болған соң піллә (кокон) түзу) жолдармен көбейеді. Жыныссыз көбею үнемі үзіліссіз, ал жынысты көбею әдетте күзде жүреді.

Бұл топқа жататын құрттар гермофродитті. Басым түрде жыныстық жолмен көбейеді, бірақ жыныссыз (паратомикалық – наидидтерде бір денеде зооидтердің түзілуі) және архитомикалық (денесі бірнеше бөліктерге бөліне отырып, ары қарай алдыңғы және артқы бөліктері регенерацияланады) жолдарменде көбейеді. Жынысты жолмен көбею барысында құрттар пілләлерін (кокон) салады, ол жерде ары қарай жас құрттар дамиды.

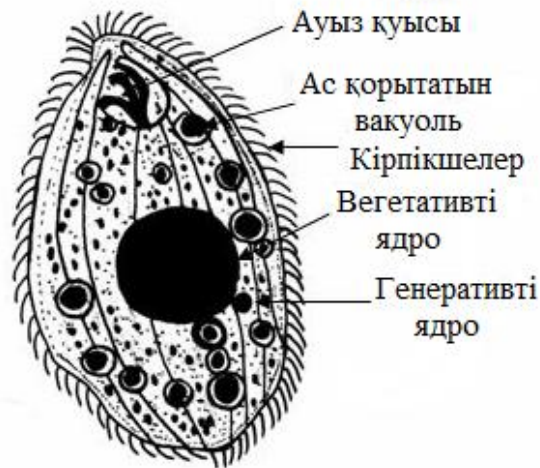


9-сурет. Наидидтер тұқымдасының өкілдері. 1 - *Stylaria lacustris*, 2 - *Chaetogaster limnaei*, 3 - *Nais pseudoobtusa*, 4 - *Ripister parasita*, 5 - *Aulophorus*, 6 - *Branchiodrilus*, 7 - *Pristina longiseta*

Олигохеттер су түбіндегі органикалық заттардың белсенді деструкторлары және минералдаушысы бола отырып, су түбіндегі биоценоздың трофоценотикалық құрылымында маңызды рөл атқарады. Биоценоздар молдығының 70-90%-ына дейінгі көрсеткішті (жүздеген және мыңдаған дана/м² және ондаған немесе жүздеген гр/м²) құрай отырып, олигохеттер су түбінде органикалық тұнбалардың маңызды мөлшерде жинақталуын қамтамасыз ете алмайды. Яғни тіпті максималды тереңдікте де, топырақта және су түбінде оттегінің жоғары мөлшерде сақталуын қамтамасыз ете алмайды. Олигохеттер көптеген балықтар мен омыртқасыз жыртқыштар – гаммарид (бүйіржүзгіш), сүлік және планариялар үшін қорек болып табылады.

Басқа организмдермен салыстырғанда *Тетрахимена пириформис* инфузориясының (10-сурет) артықшылығы – қоректі осы инфузория мекендейтін сұйық ортаға енгізген кезде, қоректі жұту және қорыту салдарынан қорек организмге тек ішінен ғана әсер етіп қоймай, сонымен қатар жартылай болса да сыртынан да әсер етеді, яғни жоғары сатылы жануарлардан ерекшелігі, көптеген саңылаулармен жабылған өзінің мембраналары арқылы қарапайым қоректік заттарды (аминқышқылдар, тұздар, дәрумендер) сорады.

Осы қабықшаға зерттелініп жатқан өнімде болуы мүмкін зиянды заттар да әсер етеді. Нәтижесінде, тағамның улы әсер етуін анықтау уақыты бірден қысқарады, сонымен қатар мөлшері сыртқы ортаның көптеген зиянды факторларынан күшті қорғаныс тетігі бар әрі жоғары сатыдағы организмдермен де ұсталынбайтын, минималды деңгейге дейін азаяды. Осы қасиеттері бойынша инфузорияларға ең жақыны жәндіктердің ұлпасы мен дернәсілін айтуға болады.



10-сурет. *Tetrahymena pyriformis* инфузориясының құрылысы

Тетрахимена пириформис инфузориясы жалпақтау құйрықтұсты және аздап сүйірленген құрсақтұсты ұшымен аяқталатын, алмұрт тәріздес пішінделген сопақшалау болып келеді. Мөлшері 20x50 нм, салмағы $1,5 \cdot 10^{-9}$ г. Жасушасы көптеген саңылаулары бар екі қабатты мембранамен жабылған: саңылаулар саны 1 мкм^2 ауданда 200-ге дейін жетеді. Төрт мембраналы ауыз саңылауы, жұтқыншағы, ас қорытатын вакуолі, жиырғыш вакуолі болады. Зертханалық жағдайдағы штаммдарында микроядро болмайды. Әрбір 2,5-6 сағат сайын бөліну арқылы көбейеді. Ас қорыту типі – қышқылды-сілтілі. Өсу үшін оңтайлы рН мөлшері 6,5-7,0-ге тең. Көбею үрдісі барысында рН ортасы сілтілікке ауысып, 7,5-8-ге дейін жетеді. Тірішілік ету температурасы +13 ден 28 °C аралығында болады (лизис үрдісі жүреді). Сонымен қатар, +18 °C-дан төмен температурада өсуі бірден төмендейді, ал +30°C-дан жоғары температурада инфузория өліп, +37°C температурада лизис үрдісі жүреді. Зертханалық жағдайда, бөлме температурасы $+22 \pm 3^\circ\text{C}$ болған кезде жақсы өседі.

Инфузория 1% NaCl ерітіндісіне төзімді, бірақ 2% ерітіндіде өліп қалады.

Стандартты екпе ортасы: 2 г бактериялық пептон; 0,5 г глюкоза; 0,1 г ашытқы сүзіндісі; 100 мл дистилденген суға қосылған 0,1 г дәріханалық теңіз тұзы (немесе 0,1 г NaCl). Ортаны 30 мин бойы 0,5 атм-да (қысым) автоклавтан өткізеді (қысым арқылы ыстықпен стерилдеу) немесе 1 сағат бойы су моншасында қайнатады. Жарықта қоректік заттар ыдырап кететіндіктен қараңғы жерде сақтау керек. Инфузория – аэробты, сол

себебті оттегін қажет етеді, сондықтан орта қабатының қалыңдығы 1,5- 2 см аспауы шарт. Әрбір 7-10 тәулік сайын жаңа ортаға қайта егіп отыру қажет.

Тест-нысан ретінде түрлі таксономикалық топқа жататын микроорганизмдер де кең қолданылады, алайда микроорганизмдердің өздері жоғары сатыдағы жануарлар үшін, (өсімдіктер және жануарлар) әрі басқа микроорганизмдер (соның ішінде микотоксиндер - афлотоксиндер, дендродохиндер, миротециум, фузариум және т.б. бөлетін *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Dendrodochium* туысына жататын зең саңырауқұлақтары) үшін де улы болатын қосылыстар бөліп шығаруға қабілетті.

Химиялық экотоксикологияның үдемелі түрде даму жолы экотоксиканттардың мүмкін болатын барлық аккумуляциялық, биотрансформациялық бағыттарын анықтауға, экотоксиканттардың белгілі бір биотамен байланысын айқындауға, экотоксикологиялық әсер салдарын болжауға негізделген. Бұл ретте әсіресе химикаттардың тұрақтылығына және олардың табиғи жағдайда өзгеруінен пайда болатын өнімдеріне қатысты сандық сипаттамалар ерекше маңызды. Бұл мәліметтер мониторинг барысында – ауа, су және топырақ сынамаларындағы жекеленген химиялық қосылыстар концентрациясының өзгеруіне жүйелі түрде талдау жасау арқылы немесе зертханалық модельдеу нәтижесінде алынады. Осылайша, қоршаған ортадағы улы заттарды анықтау әдістері ғылым мен техниканың дамуы барысында тұрақты түрде жетілдірілуде.

Экотоксикология бойынша зертханалық жұмыстар

№1 Зертханалық жұмыс

Инфузориялар арқылы уыттылықты анықтау

Жұмыстың мақсаты: Тетрахимена пириформис инфузориялары арқылы қоректік (өнімдер) сынамалардың уыттылығын анықтауды үйрену.

Улылық, микроорганизмдердің тіршілік әрекеті үрдісінің өлімге дейін алып келуімен сипатталады. Өнімнің улылығы инфузорияның өлімі бойынша анықталады. Ұсынылып отырған әдіс, өнімнің организмге алшақ теріс әсерін анықтауға мүмкіндік береді, яғни бірнеше ұрпақ бойы бақылау мүмкіндігі бар. Бұл ретте, инфузория ең қолайлы тест-нысан болып табылады, себебі ол тәулігіне 3-8 ұрпақ береді. Салыстыру үшін айтар болсақ, шыбынның бір ұрпағын алу үшін 25-45 күн, тышқанға 2-4 ай, көртышқанға 5-8 ай, ал адамға 25-30 жас қажет.

Жұмыс барысы:

Сараптамаға алынған қорек (өнім) сынамасын аса мұқиятты түрде үккіште ұнтақтап, сосын араластырады. Болжамды улылықа кері пропорционал болатын, салмағы 300 мг аспайтын 3-5 сынама мөлшері алынады. Сынамаларды шыны түтікке салады және әрқайсысына 2 мл таза қайнаған су құяды да ауа өтетін тесігі бар резеңке тығынмен жабады. Себебі қайнату барысында тығынның ұшып шығып кетуін болдырмайды.

Су моншасында (немесе стерилизаторда) 80-90⁰С температурада 15-20 минут бойы қыздырады. Бөлме температурасына дейін салқындатылған шыны түтіктерге алдын ала 10 еселік мөлшерде сумен сұйылтылған Тетрахимена пириформис культурасын 0,05 мл-дан салады. Содан кейін оларды бөлме температурасындағы қарапайым шкафқа (қараңғыланған жерге) 1-4 тәулікке салып қояды.

Әрбір тәулік сайын өсу қарқынын, оның деңгейін микроскоп (ең жақсысы МБС – микробиологиялық стереоскопиялық микроскоп) арқылы бақылап отырады. Бұл микроскоп, сынамаларды тамызғыш арқылы шыны түтікшеден шығармай-ақ қарауға мүмкіндік береді, яғни бұл алдын ала бақылауға жатады. Кейін МБЗ (микробиологиялық зерттеу микроскопы) арқылы тамшыдан қарауға болады. Тамшыны заттық шыныға пастер немесе шыны таяқшамен алады да, барлық көлемін, қабатын қарайды. Бақылау ретінде қайнату арқылы хлорсыздандырылған құбыр су алынады, ол жерге де жүргізілетін тәжірибемен қатар инфузориялар өсіріледі.

Тіпті бір дараның қозғалуының ауырлауы, өлімге ұшырауы немесе олардың деформациясы зерттелініп отырған материалдың ұйымшылдығын немесе зияндылығын көрсетеді.

Өнімнің белгілі бір деңгейдегі зияндылығы инфузорияның өсуінің және көбеюінің тежелуі арқылы да байқалады. Бұл үшін, 4-тәулікте Фукс-Розенталь немесе Горяев есептеу камерасында өскен дараларға сандық есептеу жүргізеді. Есептеуді үш қайтара жүргізеді, әрі инфузорияның сыртқы көрінісінде қандай да бір өзгерістің болуына немесе оның қозғалғыштығының тежелуіне мән береді (15-кесте). Осы бақылаулардың нәтижелері тәжірибе үшін жеткілікті болып табылады және зерттелініп отырған қоректің немесе өнімнің улылығының деңгейі туралы қорытынды жасауға мүмкіндік береді, сонымен қатар оны баллмен сипаттауға болады:

15-кесте

Инфузорияның қоректік улылыққа сыртқы көрінісін бақылау

Балл	Қоректің (өнімнің) улылығын бағалау	Бақылау жағдайындағы әсерлер		
		Өсу	Жасушалардың өлуі	Басқа өзгерістер
1	улы емес	жиі	жоқ	жоқ
2	әлсіз улы	біразы тежелген	жоқ	мүмкін
3	орташа улы	қатты тежелген	жоқ	мүмкін
4	улы	өте қатты тежелген	бір бөлігі өлген	мүмкін
5	қатты улы	-	жасушалар толық өлген	-

Өскен даралардың санын есептеп отырған абзал. Ол үшін барлық шыны түтіктерге 3 мл бекітетін ерітіндіні, мысалы, келесі жолмен

дайындалған формалинді құяды: 20 мл 33% формалин, 175 мл KH_2PO_4 және 440 мл дистилденген су.

Қоректің немесе өнімнің сұйылтылуына (титріне) сай келетін әрбір шыны түтіктегі инфузория санын бақылауға (сумен 10 есе сұйылтылған, стандартты ортада егілген) пайыздық қатынасын да көрсетеді және бақылау тәжірибемен бірдей уақытта жасалуы қажет. Жалпы токсикологияның ережелері бойынша алынған сандық мәліметтер негізінде өсудің тежелуі және өлімге ұшырауына сәйкес есептеулер жасалынады. Қажет болған жағдайда пробит-талдаудың (пробит – ағылшын тілінен аударғанда ықтималдық, яғни бағаланып отырған құбылыстың математикалық ықтималдылығын сипаттайтын талдау) жартылай логарифмдік торын қолданады. Бұл көптеген токсикология бойынша нұсқаулықтарда келтірілген тәсіл.

Сонымен қатар, 1-4 тәулік бойы Тетрахименаның өлуін немесе басқа да патологиялық өзгерістерді көрсетпеген сынамаларды тағы да 7 тәулікке дейін қалдырады. Мұнда мүмкін болатын кумуляция, яғни, тест-нысанның дамуының тежелуі, бірен-саран өлуі және басқа да тіршілік әрекетінің өзгеруімен сипатталатын улы әсердің жинақталуы анықталады. Тәжірибедегі даралар саны және бақылауға қатысты олардың нәтижесі баллмен немесе пайыздық көрсеткішімен сипатталады.

№2 Зертханалық жұмыс

Дафния арқылы судың және топырақтың, ақаба сулардың шөгіндісінің, қалдықтардың су сүзіндісінің уыттылығын анықтау

Жұмыс мақсаты: Тест-нысан ретінде төменгі сатыдағы шаянтәрізді дафнияны пайдалана отырып, ауыз судың, жерасты, жербеті суларының, ақаба судың, топырақтың, ақаба сулардың шөгіндісінің, қалдықтардың су сүзіндісінің жіті уыттылығын анықтау.

Зерттелініп отырған судың немесе топырақтың, ақаба сулардың шөгіндісінің, қалдықтардың су сүзіндісінің жіті уытты әсері, белгілі бір экспозиция кезеңінде дафниялардың өлуі арқылы анықталады. Жіті уыттылықтың көрсеткішіне 96 сағат ішінде, зерттелініп отырған суда дафнияның 50%-дан астамы өлімге ұшырауы жатады. Бірақ бақылау тәжірибесінде өлімге ұшырау көрсеткіші 10%-дан аспаған жағдай болуы шарт.

Жіті уыттылықты анықтау барысындағы тәжірибеде:

- 50% және одан жоғары көрсеткіште тест-организмдердің өліміне алып келетін (ӨК_{50-96} (өлімге әкелетін концентрация), СӨК_{50-96} (сұйылтылған өлімге әкелетін концентрация)) жекелеген заттардың (құрамында заттардың қоспасы бар судың немесе топырақтың, ақаба сулардың шөгіндісінің, қалдықтардың су сүзіндісінің сұйылтылу еселігі) орташа концентрациясы;

- тест- организмдердің 10%-дан көп емес көрсеткіште (ЗК_{10-96} , СЗК_{10-96} (сұйылтылған залалсыз концентрация)) өлуіне алып келетін жекелеген

заттардың (құрамында заттардың қоспасы бар судың немесе топырақтың, ақаба судың шөгінділерінің және қалдықтардың су сүзіндісінің сұйылтылу еселігі) залалсыз концентрациясы (жіті уылылық әсерін тудырмайды) анықталады.

Топырақ су сүзіндісін дайындау

Токсикологиялық талдауға алынған топырақ сынамалары ең алдымен металды қалақшамен қопсытылады және кездейсоқ механикалық текті (өндірістік, құрылыстық, тұрмыстық қалдықтар және т.б.) бөгде (кездейсоқ) заттарға жататын материалдардан тазартылады. Сондай-ақ жұмыр тастардан, тас сынықтарынан, тамырлардан, шыбықтардан тазаланады. Топырақтан мұндай қоспаларды тазалау бойынша шешімді, осы сынаманы алған нақты орынның далалық сипаттамасына мұқият зерттеу жүргізу негізінде қабылдайды. Бұл мәліметтер токсикологиялық талдауға жіберілген сынаманың ілеспелі құжаттамасында міндетті түрде болуы қажет.

Биотестілеу алдында сынамалар ұяшықтарының мөлшері 1 мм болатын електен өткізіледі және ауалық-құрғақ күйге дейін жеткізіледі. Ол үшін топырақ үлгісін сорғыш шкафта кептіреді немесе салмағы және табиғи ылғалдылығына байланысты сыйымдылығы сәйкес шыны кристаллизаторларға, әйнекке немесе таза тығыз қағаз беттеріне салып, жақсы желденетін бөлмеге орналастырады.

Осылай салынған топырақ сынамаларын ашық күйінде бөлме температурасы және ауа ылғалдылығында (МЕМСТ 5180-84 «Топырақтар. Физикалық сипаттарды зертханалық анықтаудың әдістері»), кем дегенде 2 сағат ұстайды. Дайындалған сынаманың қалыңдығы 1 см болатындай, тегіс бетке біркелкі етіп, жаймалап қояды және қасықпен немесе қалақшамен конверт әдісі арқылы 5 нүктеден (орыннан) алады. Уыттылығын зерттеуге арналған топырақ сынамаларын жылулық өңдеуге болмайды, сол себепті топырақтың гигроскопиялық ылғалдылығы жеке сынамада анықталуы шарт.

Массасы шамамен 400 г болатын сынама екі бірдей бөлікке бөлінеді: тұрақты массасына дейін кептіргеннен кейін биотестілеу және гигроскопиялық ылғалдылықты анықтау үшін жасалынады. Бұл келесі формуламен ауалық-құрғақ сынаманы абсолюттік-құрғақ массаға қайта есептеу үшін қажет:

$$\Delta M_{\text{ауа.құрғ}} = \Delta M_{\text{абс.құрғ}} / K_{\text{ор}} \quad (1)$$

мұндағы, $\Delta M_{\text{ауа.құрғ}}$ – ауалық-құрғақ сынама салмағы, г;

$\Delta M_{\text{абс.құрғ}}$ – абсолюттік-құрғақ сынама салмағы, г;

$K_{\text{ор}}$ - ауалық-құрғақ сынаманың массасын абсолюттік-құрғақ массаға қайта есептеу коэффициенті (үш өлшемнің орташа есептеу мәні).

Ауалық-құрғақ сынамадағы топырақтың массалық үлесін анықтау үшін қажет:

1. Іші бос, кептірілген, тығыны бар үш бюксты (сусымалы материалдардың салмағын өлшегіш стақан) өлшейді және массасын жазып алады (M_{oi}), содан кейін осы бюкстерді ауалық-құрғақ сынама үлгісімен (шамамен 1 г) тағы өлшейді ($M_{ауа.құрғ.}$) және оның да массасын жазып алады.

2. Ауалық-құрғақ сынамасымен бірге тығыны ашық бюкстарды кептіргіш шкафта салады. Кептіргіш шкафта оларды $105-115^{\circ}\text{C}$ температурада 3 сағат бойы ұстайды. Содан кейін бюкстарды тығынмен нығыздап жабады және эксикаторға тасымалдап, сол жерде толық суығанша (шамамен 40 минут) ұстап тұрады. Абсолюттік-құрғақ сынама үлгілері бар бюкстарды өлшейді және олардың массасын жазып алады ($M_{абс.құрғ.i}$). Топырақ сынамаларын өлшеп, оларды қайтадан 2 сағат бойы кептіреді, кейін эксикаторда қайтадан суытып және қайта өлшейді. Бірінші және екінші кептіру арасындағы мүмкін болатын айырмашылық 0,005 г-нан аспауы керек. Олай болмаған жағдайда қайта кептіреміз. Барлық эксперименттер үшін есептеу дәлдігі 0,001 г аспауы керек.

3. Әрбір эксперимент үшін қайта есептеу коэффициенті K_i мына формуламен есептеледі:

$$K_i = (M_{абс.құрғ.i} - M_{oi}) / (M_{ауа.құрғ.i} - M_{oi}) \quad (2)$$

мұндағы, K_i – i -өлшемдегі қайта есептеу коэффициенті; $M_{абс.құрғ.i}$ – i -өлшемдегі абсолюттік-құрғақ үлгі бар бюкс массасы, г.; $M_{ауа.құрғ.i}$ – i -өлшемдегі ауалық-құрғақ үлгі бар бюкс массасы, г.; M_{oi} – i -өлшемдегі бос бюкс массасы, г.

4. Өлшеулер нәтижесі бойынша үш коэффициент мәні белгілі болғандықтан, оның орташа мәні келесі формуламен есептеледі:

$$K_{op} = (K_1 + K_2 + K_3) / 3 \quad (3)$$

Енді, K_i -дің үш мәнінің ішінен келесі формула бойынша максималды және минималды шаманы ескере отырып, алынған мәліметтердің ауытқуын (R) анықтайды:

$$R = (K_{max} - K_{min}) / K_{op} * 100 \% \quad (4)$$

Егер де алынған мән $R > 10\%$ болса, онда орташа нәтижелердің салдары жойыла отырып, эксперимент қайта жасалынады.

Биотестілеу үшін топырақтың су сүзіндісін келесі қатынаста дайындайды: 1 бөлігі топырақ (гигроскопиялық ылғалдылықты ескере отырып) және 4 бөлігі дистилденген су. Судың құрамында CO_2 болмауы тиіс, себебі құрамында көмірқышқыл газы болса, еритін биокарбонаттардың түзілуі салдарынан магний және кальций карбонаты ериді. Олар сүзіндінің жалпы сілтілігін және құрғақ тұнбасын арттырып, биотестілеудің нәтижелерін бұрмалайды.

Топырақтың су сүзіндісінің дайындау үшін ауалық-құрғақ (ауалық-құрғақ массаны абсолюттік-құрғақ массаға қайта есептеу қажет) күйіндегі топырақтың 100-200 г сынамасы өлшеніп алынады. Су сүзіндісінің дайындау алдындағы кезеңдегі сынама массасы, бақылау сынақтарымен бірге барлық болжамды биотестілеуді жүргізу кезінде қажетті экстаркт көлемін алу үшін жеткілікті болуы қажет. Топырақ үлгісін, сыйымдылығы 1000 см³ болатын колбаға салады және 4 еселік көлемде дистилденген су құйылады.

Сұйықтықты шайқайтын аппаратта алынған қоспаны 2 сағат бойы шайқаймыз, кейін 30 минут тұндырамыз. Тұнбаүстілік сұйықтықты сифондау арқылы басқа ыдысқа құйып аламыз. Кейін, күлсіз сүзгіш қағаз («ақ бау») арқылы немесе саңылауларының диаметрі 3,5 мкм болатын мембраналық сүзгіштер (сүзгіштерді алдын-ала жуады және дистилденген суда кем дегенде 10 минут қайнатады) арқылы сүзеді. Қағаз сүзгіш диаметрі 12-20 см болатын Бюхнер құйғышына орналастырылады.

Сүзіндіні сүзгішке құюдың алдында колбаның ішіндегі сұйықтықты шайқайды, яғни топырақтың қалқымалы бөлшектері араластырылады. Сүзгішке колбаның ішіндегі барлық зат құйылғаны жөн. Құю кезінде суспензияның ағыны қағаз сүзгішінің бүйірлік екі қабатты қабырғасына қарай бағытталады, бірақ түбіне қарай құюға болмайды, себебі қағаз жыртылып кетуі мүмкін. Фильтрация сулы немесе электронды вакуумдық сорғы көмегімен жүзеге асырылады. Фильтрация үшін әлсіз вакуум пайдаланылады (20 мм сынап бағанасынан жоғары емес). Сүзіндінің алғашқы мөлшері көп жағдайда бұлыңғыр болады және оларды мөлдір болғанша бірнеше рет сүзгілейді. Топырақтың су сүзіндісі (гумусталған, шымды-ақшыл сұрғылт, шымтезекті және т.б. топырақтар) қатты бұлыңғыр болғанда тоңазытқышта 5 тәулікке дейін тұндырып қоюға болады. Содан кейін тұнба үстіндегі сұйықтықты сифондау арқылы құйып алады. Топырақ сүзіндісінің рН мәні 7,0-8,2 аралығында болуы керек. Қажет болған жағдайда сүзіндіні алдын-ала бейтараптайды. Бейтараптағаннан кейін рН мәнін тұрақтандыру үшін сынамаларға 10-20 минут аэрация жасайды. Биотестілеуді бастаудың алдында сынамаларды 20±2⁰С температураға дейін жеткізеді. Биотестіленетін топырақтың су сүзіндісінің сынамасындағы еріген оттегі концентрациясы 6 мг/дм³ төмен болмауы қажет, олай болмаған жағдайда сынаманы аэрациялайды.

Биотестілеуге арналған су сүзіндісінің сынамасын дайындау жолы биотестілеуге арналған зерттелетін сұйылтылған суды дайындау тәсілімен ұқсас.

Ақаба сулардың шөгіндісін, қалдықтардың су сүзіндісін дайындау

Ақаба сулардың шөгіндісі және қалдықтардың су сүзіндісі 1:10 тең болатын қатты фаза : сұйықтық қатынасында дайындалады. Сұйықтық ретінде дистилденген суды пайдалануға болады.

Қатты қалдықтар және ақаба сулардың шөгінділері. Сынама мұқиятты түрде тегіс, икемді және қатты төсеме үстінде домалату арқылы, кейін қалақшамен араластырылады. Қалдықтардың сынамасын дайындау үшін – 2,5 кг, ал ақаба сулардың шөгіндісінің сынамасын дайындау үшін – 1 кг қалдық немесе тұнба қажет. Алынған сынаманың жалпы көлемі (5 кг қалдық немесе 2 кг тұнба) теңдей жартыға бөлінеді. Бір бөлігі сақтау үшін ыдысқа салынады, қалған бөлігі қопсытылады және мұқият тексеруден өтеді. 10 мм-ден үлкен бөлшектер табылған жағдайда, металдық қалақшаның көмегімен 10 мм-ден кем көлемге дейін ақырындап майдалайды. Қоспаны механикалық жолмен үгуге болмайды. Кейін, сынаманы ауалық-құрғақ күйге дейін кептіреді. Қалдықтар нашар кепкен жағдайда кептіру мерзімін 24 сағатқа дейін ұзартуға болады.

Содан кейін сынаманы шаршылау әдісі арқылы 3-4 есе азайтады. Жақсылап араластырылған сынаманы крафт-қағаздың, клеенканың немесе полиэтиленді пленканың үстіне салып тегіс бетке қойып, біркелкі етіп тегістейді және сызғыштың немесе арнайы тордың көмегімен бірдей шаршыларға бөледі. Шаршылардан барлық қабатты қамти отырып, шахмат тәртібімен үлгілерді алады және осы үлгілерді минималды абсолюттік-құрғақ массасы 200 г болатын сынамаға біріктіреді. Кейін оларды биотестілеу және ылғалдылығын анықтау үшін екі бөлікке бөледі. Тұнбалардың және қалдықтардың ылғалдылығы «Топырақтың су сүзіндісін дайындау» ережесі бойынша анықталады. Ылғалдың өлшенген көрсеткіші су сүзіндісін дайындауға арналған сынаманың ауалық-құрғақ массасын есептеу үшін пайдаланады. Әдетте, сынаманың 120-200 г ауалық-құрғақ массасы керек. Сынаманың 100 г абсолюттік-құрғақ массасын сілтісіздендіруден кейін шамамен 900 см³ су сүзіндісі алынады. Сонымен қатар сынаманың азаю үрдісі ескеріле отырылып, алынатын сынаманың қажетті жалпы минимум мөлшерін есептеу қажет. Су сүзіндісін дайындау алдындағы кезеңдегі сынама массасы барлық болжамды үлгілерде биотестілеуді жүргізу үшін қажетті экстракт көлемін алу үшін жеткілікті болуы тиіс. Ауалық-құрғақ күйінде тұнбалардың, қалдықтардың сынамасын өлшегенде абсолюттік-құрғақ масса 100 ± 1 г болуы тиіс. Осыдан соң ылғалдың массасы жазылады және сілтісіздендіру үшін арнайы ыдысқа салынады,

Шламдар. Өздігінен бөлінбейтін, құрамында қатты фазалары көп шламдар қатты қалдықтар тәрізді өңделеді. Ылғалдың мөлшері жеке анықталады. Абсолюттік-құрғақ массасы 100 ± 1 г-ға эквивалентті шлам массасы су сүзіндісін дайындау үшін қолданылады.

Құрамында сұйықтық көп (ылғалдылығы 70% жоғары) шламдар төмендегі жолмен өңделеді. Сұйықтық вакуумдық сүзгі (0,45 мкм) арқылы сүзіледі, нәтижесінде 300 г ылғалды-қатты материал жиналады. Егер сынаманың осы мөлшері жеткіліксіз болса, онда 200 г абсолюттік-құрғақ зат алуға жеткілікті болатындай етіп қайта жасайды. Сынамаларды «Топырақтың су сүзіндісін дайындау» ережесі бойынша ауалық-құрғақ

күйге дейін кептіреді. Дұрыс кеппеген жағдайда, бұл үрдісті 24 сағатқа дейін ұзартады.

Сынаманы екі бөлікке бөледі, біреуінен ылғалдың мөлшерін анықтайды, ал 100 ± 1 г абсолюттік-құрғақ массада тұратын екінші бөлігі сілтісіздендіруге арналған ыдысқа көшіріледі. Арнайы дәптерге қалған қалдықтың массасы және ондағы ылғалдың мөлшері жазылады. Қатты шламдар 1:10 пропорциясында дистилденген сумен сілтісіздендіріледі.

Сұйық қалдықтар. Сұйық және құрамында 1%-дан кем мөлшерде қалқымалы заттары бар ақаба сулардың тұнбасы және қалдықтар сілтісіздендірілмейді. «Ақ бау» сүзгісі арқы сүзгіден өткізілгеннен кейін биотестілеу әдісімен улылығы тікелей тексеріледі.

Сілтісіздендірудің экстрактын дайындау үрдісін орындау. Қалдықтың өлшенген ауалық-құрғақ массасы немесе абсолюттік құрғақ массасы 100 ± 1 г ақаба судың тұнбасы бар сілтісіздендіруге арналған ыдысқа культивациялық су (немесе дистилденген су) құйылады. Сілтісіздендіруге арналған ыдысқа құйылатын су құрғақ масса: сұйықтық - 1:10 қатынасында болады. Әдетте, бұл 100 г абсолюттік-құрғақ массаға 1000 см^3 су болып келеді. Егер сынаманың аз мөлшері пайдаланылса, онда сұйықтықтың мөлшері төмендетіледі. Сілтісіздендіру үшін 20 г қатты зат және 200 см^3 су мөлшерінен аз болатындай мөлшер алынбауы тиіс.

10 см^3 -ден жоғары көлемдегі су өлшегіш цилиндрмен алынады, ал 10 см^3 -ден кем болса – өлшегіш тамызғыш пайдаланылады.

Қатты заттар қалқымалы күйде болатындай сұйықтықты 7-8 сағат бойы бұлғағышта әлсіз араластыру қажет. Араластыру барысында шөгінді немесе қалдық бөлшектерінің майдалануына жол берілмейді. Механикалық бұлғағыштың үлкен қалақшасы немесе магниттік бұлғағыш пайдаланылады. Ал араластырғыш жылдамдығы ең төменгі көрсеткішке қойылады, сонда материал қалқымалы күйде тұрады (700 айналым/мин).

Араластыру аяқталғаннан кейін шөгінді бар ерітіндінің тұнуы үшін бір түнге қалдырады (12-18 сағат). Кейін тұнба үстіндегі сұйықтық сифондау арқылы құйылып алынады.

Егер тұндырғаннан кейін сұйықтық мөлдір болса, сүзудің қажеті жоқ. Егер көзге көрінетін қандай да бір қалқымалы заттар болса, онда сұйықтық сүзілуі қажет. Сүзуді қолданатын жағдай болса онда міндетті түрде арнайы дәптерде тиісті жазбаларды келтіреді. Сүзгілеуді «ақ бау» сүзгісі арқылы немесе Бюхнер құйғышында (воронка) жүзеге асырады. Сүзу үшін әлсіз вакуум (20 мм сынап бағанасынан кем) пайдаланылады, ол қуаттылығы әлсіз, сулы немесе электронды сорғы болуы тиіс. Вакуум сүзгіден барлық сұйықтық өткеннен кейін бірден істен шығарылып, сөндірілуі керек, яғни сүзгінің дегазациясын болдырмау мақсаты көзделеді. Ерекше жағдайларда қалдықтың су сүзіндісі қатты бұлыңғыр болғанда, сүзгілеуден кейін тоңазытқышта 5 тәулікке дейін сақтап, тұндырады.

Аса қауіпті токсикологиялық тәжірибелер

Ауыз суының, ақаба, жербеті, жерасты суларының, сондай-ақ топырақтың, ақаба судың тұнбасы, қалдықтарының су сүзіндісі және олардың сұйылтуларының жіті уыттылығын тексеру кезінде:

- 96 сағаттық экспозиция кезінде 50% тест-нысандардың өлуіне алып келетін су сүзінділерінің, судың орташа өлімге әкелетін сұйылтылу еселігі ($ӨС_{E_{50-96}}$ (өлімге әкелетін сұйылтылу еселігі));

- 96 сағаттық экспозиция кезінде 10%-дан көп емес тест-нысандардың өлуіне алып келетін су сүзінділерінің, судың зиянсыз сұйылтылу еселігі ($ЗС_{E_{50-96}}$) анықталады.

Зерттелініп отырған судың, су сүзіндісінің жіті уыттылығын анықтау үшін бақылаумен салыстырғандағы сынақтан өтіп жатқан судағы өлген дафниялар пайызы (А, %) бойынша есептеледі:

$$A = (X_6 - X_c) / X_6 * 100\% \quad (5)$$

мұндағы, X_6 – бақылау сынамасындағы тірі қалған дафниялар саны;

X_c – сынақтан өтіп жатқан судағы тірі қалған дафниялар саны.

Тәжірибе нәтижесі $A < 10\%$ болса, сынақтан өтіп жатқан су немесе су сүзіндісі жіті уытты әсер етпейді (зиянсыз сұйылту еселігі). Ал, $A > 50\%$ болса, су немесе су сүзіндісі жіті уытты әсер етуде (орташа өлімге әкелетін сұйылтылу еселігі).

№3 Зертханалық жұмыс

Саңырауқұлақ культурасының уыттылығын анықтау

Жұмыс мақсаты: микологиялық зерттеу кезінде әртүрлі органикалық субстраттардан бөлінетін (тағамдық, қоректік, жем-шөптік өнімдер), *Fusarium*, *Stachybotrys*, *Dendrodochium* туыстарына жататын саңырауқұлақтарының уыттылығын анықтау.

Бұл әдіс жоғарыда айтылған саңырауқұлақтар түрлерінің уытты метоболиттерінің сезімтал *Candida pseudotropicalis* штамм 44 пк тест-организмнің өсуін тежеуге негізделген және саңырауқұлақтың улылығын бір тәулік ішінде анықтауға мүмкіндік береді.

Қажетті реактивтер, ыдыстар, жабдықтар. Ацетон, хлороформ, этилацетат, диэтил эфир, Чапек агары, сусло-агары немесе Сабуро агары, залалсыздандырылған дистилденген су, Петри табақшасы, бактериологиялық шыны түтіктер, 6 см буландырғыш табақшалар, 4,5 см химиялық құйғыш, 1 және 10 мл тамызғыш, 0,1 мл микротамызғыш, 8 мм түтікшелі бұранда, термостат, тоңазытқыш, 8 мм сүзгі қағаздарының диск тәрізді бумасы, *Candida pseudotropicalis* штамм 44 пк бір тәуліктік культурасы.

Тест-культураны дайындау.

1. *Candida pseudotropicalis* штамм 44 пк тест-культурасын Сусло-агар немесе Сабуро агарға жіңішке қиғаш сызық түрде егеді. Егінділерді 37°C

температурадағы термостатқа 1 тәулікке салып қояды. Өсіп шыққан культураны тоңазытқышта сақтап, 6 айда 1 рет қайта егіп отырады.

2. Бактериялогиялық ілмекпен су қоспасын дайындау үшін шыны түтіктен тәуліктік тест-культураның биомассасының бір бөлігін, ішінде 3-5 мл залалсыздандырылған су бар шыны түтікке ауыстырады және мұқият араластырады.

3. Алынған тест-культура қоспасын 1-2 мл-дан қоректік орта бар табақшаға салады, оны домалата отырып агардың бетіне біркелкі егіп жағады. Содан кейін артық қоспаны сорып алады және табақшаны ылғалы буланып кеткенше ашық қалдырады.

Анықтау барысы. *1 нұсқа.* Диск тәрізді сүзгі қағаздарының көмегімен саңырауқұлақтар культураның уыттылығын анықтау шыны түтікте өсірілген таза культураны зерттеу үшін қолданылады.

Чапек агарындағы немесе сусло-агарда өсірілген, бактериялогиялық шыны түтіктегі зерттелініп отырған саңырауқұлақ культураның 8-10 мл органикалық ерітіндінің біреуін құяды (ацетон, диэтил эфир, этилацетат, хлороформ мен ацетон қоспасы 4:1 қатынаста) және 1 сағатқа қалдырып, белгілі бір уақыт сайын шайқап отырады.

Ерітіндіні экстракты буландырғыш табақшаға сүзгі қағаз арқылы сүзеді және құрғақ болғанша ауады немесе 40-50⁰С температурадағы су моншасында буландырады. Содан кейін буландырғыш табақшаға 0,1-0,2 мл ацетон тамызып, айналдыра отырып бетіне жағады.

Диск тәрізді сүзгі қағазға 20 мкл экстракты жағады және ерітінді кепкенше қалдырады. Кейін оны қоректік ортаның бетіне салады және 37⁰С температурадағы термостатқа қояды. 18-24 сағаттан кейін нәтижені тексереді. Егер де тест-культураның өсуі тежелген аймағы бар болса, оның диаметрін және диск диаметрін қоса өлшейді.

Бір табақшаға, бір мезетте зерттеліп отырған культураның экстракты бар 4-5 дискті салуға болады, ал бақылау ретінде табақшаның ортасына пайдаланылған ерітінді жағылған дискті салады.

II нұсқа. Агарлы блоктардың көмегімен саңырауқұлақтың уыттылығын анықтау жолы біріншілік екен қоректе өскен саңырауқұлақтар колониясының уыттылығын анықтау үшін қолданылады.

Агар блогын, Петри табақшаларында түтікшелі бұранда көмегімен 5 күндік саңырауқұлақтар колониясынан алып дайындайды. Блоктарды беті кепкен, тест-культураны бар қоректік ортаға жіпшумақ түрінде салады (**Тест культураны дайындау – 3 пункты қара**), содан кейін қағаз дисктермен жасаған жұмыстай жасалады (*1 нұсқаны қара*).

Fusarium туысына жататын саңырауқұлақтарда удың түзілуін ынталандыру үшін, культураны өскен табақшаны зерттеу алдында 2 күн бойы 4-6⁰С температурадағы тоңазытқышта сақтайды. Ары қарай, олармен жұмысты жоғарыда айтылғандай жүргізеді.

Уыттылықты бағалау. Саңырауқұлақтардың уыттылығын бағалауды диск немесе блоктардың айналасындағы тест-организмнің өсуінің тежелген аймақтарының көлемі негізінде жүргізеді (16-кесте).

Уыттылықты бағалау

Уыттылық дәрежесі	Тест-культураның жаншылған аумағының диаметрі, мм
Улы	16 мм және одан көп
Әлсіз улы	9-15 мм
Улы емес	Тежелу аумағы жоқ

Улы затарды түзетін саңырауқұлақтарды анықтау, қоректің уыттылығының себебін білуге және санитарлық-микологиялық бағалауға сәйкес оның қолданылуы және залалсыздандырылуы, сонымен қатар қорек сапасын жақсарту бойынша мәселені шешуге мүмкіндік береді.

№4 Зертханалық жұмыс

Топырақтың уыттылығын анықтау

Топырақ пайдалы болуымен қатар уытты элементтердің аккумуляторы болып та табылады. Осы уытты элементтер топырақтың өздігінен тазалану үрдісін (биологиялық, физика-химиялық және т.б.) тежейді, сондай-ақ қоректік тізбектің әртүрлі бөліктеріне де жанама түрде әсер етуі мүмкін.

Жұмыс мақсаты: Микробиологиялық әдіс арқылы топырақтың уыттылығын зерттеу.

Қажетті реактивтер, ыдыстар, жабдықтар: микроорганизмдер культурасы (*Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, ашытқылар, грам оң бактериялар), ЕПА (етті-пептонды агар), Эшби ортасы, Петри табақшасы, қалақша, целлофан, шыны түтіктер, 1 және 10 мл тамызғыштар, 0,1 мл микро тамызғыштар, 8 мм түтікшелі бұранда, термостат, тоңазытқыш, 8 мм сүзгі қағаздарының диск тәрізді бумасы.

Студенттер лабороториялық жұмыс басталмастан бұрын тест-культураны, қоректік ортаны таңдау және дайындау бойынша жұмыстарды өздігінен атқарады.

Жұмыстың орындалу барысы.

Жаңадан дайындалған агарлы ортаны залалсыздандырылған Петри табақшасына құяды және орта суығаннан кейін бетін мұқият түрде залалсыздандырылған целлофан қабықшамен жабады да агардың бетіне төсегеннен кейін металл қалақшамен тегістейді. Целлофанды алдын-ала Петри табақшасының диаметріне сай болатындай дөңгелетіп кесіп алып суға жібітеді және осы күйінде автоклавта залалсыздандырады. Агары бар Петри табақшасының ортасына, целлофанның бетіне диаметрі 3 см болатын және сумен ылғалдандырылған, зерттелініп отырған топырақ түйіршігін салады. Тек бір ғана топырақ түйіршігін емес, 4 топырақ түйіршігін бір-бірінен бірдей қашықтықта салуға болады. Сонда олардың диаметрі кіші болып шамамен 1 см құрайды. Топырақ түйіршіктерін целлофанға салған соң табақшаны бір тәулік бойы термостатта ұстайды.

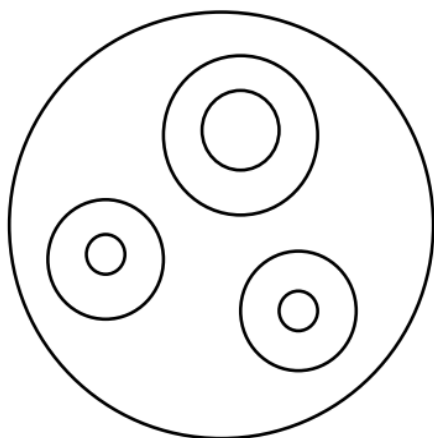
Бір тәуліктен соң топырағы бар целлофанды агардан алады да, ортаға бір тәулік болған культураны егеді.

Топырақ құрамында улы заттар болған жағдайда тест-культура колониясында, яғни агар бетінде залалсыздандырылған аймақ пайда болады. Фитоулылықтың сандық бағалауы ретінде түзілген залалсыздандырылған аймақтың диаметрі алынады (17-кесте).

17-кесте

Фитоулылықты сандық бағалау

Топырақ сынамаларының нұсқасы	Түссізденген зона, мм
1 топырақ+токсикант	
2	
3	



№5 Зертханалық жұмыс

Фитоулылықты өскіндер әдісімен анықтау

Бұл көрсеткішті анықтау қажеттілігі, әсіресе топырақтың химиялық ластануына мониторинг жүргізу немесе түрлі қалдықтарды, гидролиздік лигнинді (ақаба сулардың тұнбасы, әртүрлі тыңайтқыштар) мелиорант немесе тыңайтқыш ретінде қолданудың мүмкіндігін бағалау кезінде және бакпрепараттарды немесе биологиялық тыңайтқыштарды пайдалана отырып биоремедиация қажет болған кезінде жиі туындайды.

Салыстырмалы фитотулылықты анықтау үшін *орама культуралар әдісі* қолданылады. Мұнда әртүрлі концентрациядағы ауыр металдардың ерітіндісінде жібітілген ұрықтан өсіп шығатын тест-өсімдік өскіндерін сүзгі қағазының орамасында өсіреді.

Әдістің қағидасы. Бұл әдіс топыраққа тыңайтқыштарды, меллиоранттарды, ластағыш заттарды және т.б. енгізген кезде тест-культураның реакциясына негізделген. Осы әдіс тест-культураның дамуын белсендіретін улы (белгілі бір заттардың төмендеткіш әсері) және тежегіш әсерін анықтауға мүмкіндік береді. Тест-культураның дәндерін,

зерттелініп отырған зат қосылған топырақпен немесе ластанған болмаса ластанбаған топырақпен толтырылған зертханалық стақанға немесе вегетациялық ыдысқа отырғызады. Тәжірибе барысында тұқымның өнгіштігін, өсу энергиясын, жер беті және тамыр жүйесінің ұзындығын, жербеті және жерасты бөліктерінің құрғақ затының массасын жазып отырады.

Тест-культураны тандау. Әдетте зерттелініп отырған шаруашылық ауданда өсірілетін, мүмкін болса тез өсетін культураны алған жөн. Мысалы, шымды ақшыл сұрғылт түсті топырақты зерттеу үшін симбиотрофты емес астық тұқымдастардың өкілі ретінде сұлыны және азот сіңіруге қабілетті, бұршақ тұқымдастары өкілі – асбұршақты (*Pisum*) пайдаланады. Далалық жағдайдағы топырақ үшін бидай (*Triticum*), жоңышқа (*Medicago*), бұршақ (*Cicer*), үрмебұршақ (*Phaseolus*) алынады. Бұл ретте азот сіңіргіш және азот сіңірмейтін өсімдіктерді бір мезгілде пайдалану аса маңызды. Культура ретінде шалғамның (*Raphanus sativus*) тез пісетін сұрыпын алуға болады.

Тәжірибе жүргізу шарттары. Тәжірибе, топырақтың ылғалдылығы тұрақты түрде сақталу жағдайында, жарықтық стеллаждарда немесе вегетациялық үйшіктерде жүргізіледі. Топырақтың ылғалдылығы толық ылғал сыймдылықтың (ТЫС) 70%-на тең болғаны жөн. Ол үшін алдын-ала зерттелетін топырақтың немесе қоспаның толық ылғал сыймдылығын, сынамаларды бірдей етіп дайындап (майдалау, үгу, араластыру және т.б.) стандартты әдіспен анықтайды. Содан кейін тәжірибе басында топырақты есептік су көлемімен ылғалдандырады. Ал ылғалдылық ТЫС-тың 70%-ы болуы қажет. Тәжірибе барысында ылғал мөлшерін тұрақты түрде ұстап тұру шарт. Ол үшін біріншілік ылғалдаудан кейін бірден ыдыс салмағын өлшейді, содан соң белгілі бір уақыт сайын массасын өлшеп отырады және буланудың нәтижесінде жоғалған массасын орнын толтырып ыдысқа жеткілікті су мөлшерін құяды.

Талдау барысы. Тәжірибенің үш түрлі нұсқасы болуы мүмкін:

Бірінші нұсқада топыраққа фитоуыттылығын зерттеп отырған затты қосады. Ол бұрғылау ерітіндісі, мелиорант (фосфогипс және т.б.), лигнинді тыңайтқыш, ақаба судың тұнбасы болуы мүмкін. Қосылатын мөлшер нақты жағдайда енгізілетін мөлшерден көп болуы тиіс.

Екінші нұсқада: екі немесе одан да көп: ластанған және ластанбаған топырақтар салыстырылады.

Үшінші нұсқада: ластанған топырақ ластанбаған топыраққа өсу ретімен (100 пайызға дейін) қосылады.

Барлық тәжірибені кем дегенде үш рет қайталайды. Қоспаны (егер ол қолданылса) мұқият араластырады.

Шыны стақандарға 100 г субстраттан (топырақ немесе қоспа) салады, субстратты ТЫС-тың 70%-на дейін ылғалдайды (мұндай ылғалдылықты барлық тәжірибе барысында тұрақты ұстап тұру шарт) және әрбір ыдысқа тест-культураның 13 дәнін егеді. 4-тәулікке стақандарды жарықтандырылған жарық стеллажына салады және онда тәулігіне 14

сағатқа (шамамен, сағат 6:00 дан 20:00 дейін) қалдырады. Осындай жағдайда тест-культураны екі апта бойы өсіреді.

Тәжірибе жасау үрдісі барысында келесі көрсеткіштер бойынша бақылау жүргізіледі: тұқымдардың өнуінің пайда болу уақыты және олардың әр тәуліктегі саны жазылады; жалпы өнгіштігі бағаланады (тәжірибе соңына қарай); жербеті бөлігінің ұзындығы тұрақты түрде өлшенеді (өсімдік биіктігі); тәжірибе аяғына қарай өсімдікті топырақтан абайлап алады, кептіреді, топырақ қалдықтарын сілкілеп түсіреді және өсімдіктің жербеті бөлігінің ұзындығын, тамыр ұзындығын өлшейді; кейін, өсімдікті ауада кептіреді және жер үсті бөлігінің мен тамыр бөлімінің массасын жеке-жеке өлшейді. Осы деректерді салыстыру арқылы фитоулылық туралы немесе ынталандырғыш әсері туралы ақпарат алуға болады. Сонымен қатар өсімдіктің түсіне (ерте сарғаю), тамырының сипатына назар аудару қажет. Мысалы, ол қысқа, бірақ қалың болуы мүмкін.

Фитоулылық әсері түрлі көрсеткіштер бойынша есептелуі мүмкін. Егер, мысалы өсімдік салмағына басты назар аударсақ, онда фитоулылық әсер – ФӨ, (%) келесі формуламен есептелінеді,:

$$\text{ФӨ} = (M_0 - M_x) / M_0 * 100 \quad (1)$$

мұндағы, M_0 - бақылау өсімдігінің массасы (немесе ыдыстағы барлық өсімдік);

M_x - өсімдік массасы (болжамды түрде фитоулы ортада өсірілген өсімдік).

№6 Зертханалық жұмыс

Дәрі-дәрмектердің антимикробиологиялық әсерін анықтау

Дәрі-дәрмектердің басым көпшілігі адамдарда, жануарларда дисбактериоз тудыра отырып физиологиялық микрофлорасына әсер ететін ксенобиотиктер болып табылады. Сол себепті, әртүрлі дәрілік заттарды қолданған кезде олардың организмнің табиғи микрофлорасының өкілдеріне әсерін анықтау шарт.

Жұмыс барысы.

Талдаудың нәтижелерін дұрыс емес бағалауға жол бермеу үшін, әрбір дәрілік заттардың антимикробтық қасиетке ие немесе ие емес екенін бір рет анықтау шарт. Ол үшін, 10 мл тиогликольді орта бар екі шыны түтікке және 10 мл Сабуро ортасы бар екі шыны түтікке сәйкес мөлшерде зерттелініп отырған дәрілік затты қосады және әрбір шыны түтікке, 1 мл-да 1000 жасуша бар сәйкес тест-штаммның микробты қоспасын 0,1 мл мөлшерінде қосады. Тиогликольді ортадағы егінділерді 30⁰-35⁰С температураға дейін, 48 сағат бойы инкубациялайды, ал Сабуро ортасына

егілгендерді 20-25⁰С температура аралығында 72 сағат бойы инкубациялайды.

Бақылау сынамасы ретінде, сәйкес қоректік орта бар шыны түтіктерге осы дәрілік заттар орнына сол мөлшерде дистилденген су немесе сәйкес ерітінді құяды.

Дәрі-дәрмектердің антибактериалдық әсерін тексеру үшін келесі-тест-микроорганизмдер қолданылады: *Staphylococcus aureus* ATCC 6538 P, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, *Escherichia coli* K.17, ал зең саңырауқұлағына қарсы әсерге - *Candida albicans* ATCC 885-653.

Дәрілік заттардың антимикробтық әсері болмаған жағдайда бақылау және тәжірибелік шыны түтіктерде (немесе колбаларда) айтылған тест-микроорганизмдердің өсуі байқалу қажет.

Дәрі-дәрмектердің антимикробтық әсері болған жағдайда дербес фармакопоялық мақалаларда көрсетілген сәйкес келетін инактиваторларды қолдану қажет: мысалы, сульфаниламидтер үшін пара-аминбензойды қышқылын, пенициллиндер және цефалоспориндер үшін пенициллиназа және т.б.). Инактиватор болмаған жағдайда, егінді материал мен қоректік ортаның қатынасын өзгерте отырып дәрілік затты сұйылтады. Ең бірінші, егіндік материалдың мөлшерін өзгертпей отырып алдымен қоректік ортаның көлемін 250 мл дейін арттырады. Егер де бұл жағдайда дәрілік заттардың антимикробтық әсері сақталса, онда егіндік материалдың көлемін 1 мл-ге дейін азайтады.

Дәрілік заттарды сұйылту тәсілі тиімсіз болған жағдайда мембраналық сүзу әдісі қолданылады.

Дәрілік заттарды егу. Дәрілік заттардың залалсыздандырылғанын бақылау үшін тиогликольді ортаны және сұйық Сабуро ортасын пайдаланады. Бұл жағдайда қоректік ортаға тікелей егу әдісін немесе мембраналық сүзу әдісін қолданады.

Тікелей егу әдісі. Қажет болған жағдайда зерттелініп отырған дәрілік затты сәйкес келетін ерітіндіде ерітеді және 18-кестеде көрсетілген мөлшерде егеді.

18-кесте

Егуге арналып зерттелініп отырған дәрілік заттың көлеміне байланысты топтаманы құрайтын бір бірліктегі (ампула, құты және т.б.) мөлшері

Бір бірліктің құрамындағы мөлшері, мл	Егуге арналған дәрілік заттың мөлшері, мл	Қоректік орта мөлшері
1-ден кем	барлық мөлшері	егуге арналған үлгі мөлшерінен 10 есе көп
1-4	1	
5-19	2	
20-100	2-4	
100*-ден көп	10	

*Егер бір бірліктің мөлшері 100 мл-ден жоғары болса, онда мембраналық сүзу әдісін пайдаланған жөн

Дәрілік заттарды тексеру кезінде тиогликольді ортадағы егінділерді 30⁰-35⁰С температураға дейін, 48 сағат бойы, ал Сабуро ортасына егілгендерді 20-25⁰С температура аралығында 72 сағат бойы инкубациялайды. Екі қоректік ортадағы егінділерді де инкубациялау ұзақтығы 14 тәулікті құрайды.

Егер қоректік орталарға зерттеліп отырған дәрілік заттарды салғаннан кейін қоректік ортаның лайлануы байқалса, егуді жүргізгеннен кейін 3-7 тәулік аралығында қайтадан сәйкес жаңа қоректік ортаға егу керек және оларды сәйкес температурада сынауды бастаған күннен бастап санағанда 14 тәулік бойы инкубациялайды (яғни сынауды бастағаннан кейін 4 күн өтсе, онда 10 күн инкубациялайды).

Жақпа май және ерітінді түріндегі дәрілік заттарды сынақтан өткізген кезде, асептикалық түрде майдан 0,1 г (мл) мөлшерінде, әрбір бірліктен алады және сиымдылығы 250 мл болатын, залалсыздандырылған, ішінде шыны моншақтар, 100 мл/мол фосфатты буферлі ерітінді (рН 6,8-7,0) және эмульгатор бар колбаға салады. Сынақты бастамас бұрын колбаның құрамын 41±1 °С температурада қыздырып алу керек. Ішінде сынамасы бар колбаны 30 минутқа дейін біркелкі эмульсия пайда болғанша шайқайды. Алынған эмульсиядан 5 мл мөлшерінде алып, ішінде 40 мл тиогликольді орта бар колбаға салады және тағы 5 мл мөлшерін алып, ішінде 40 мл Сабуро ортасы бар колбаға салады. Алынған егінділерді 14 тәулік бойы әрбір қоректік ортаға сәйкес келетін температурада инкубациялайды.

Ескерту.

1. Эмульгатор түрі және оның пайдаланылатын мөлшері жақпа май мен майдағы дәрілік заттардың ерітіндісінің табиғатына байланысты болады. Көп жағдайда, антимикробтық әсер танытпайтын 2,5%-ға дейінгі концентрациядағы твин-80 жиі қолданылады.

2. Суда жеңіл эмульгацияланатын жақпа майларды сынақтан өткізген кезде, эмульгаторды буферлі ерітіндіге қоспайды.

3. Жақпа май мен майдағы ерітінді сынақтан өткізген кезде мембраналық сүзу әдісін қолданған тиімді.

№7 Зертханалық жұмыс

Ауыр метал тұздарының өсімдік жасушаларына әсерін тексеру

Жұмыс мақсаты: әртүрлі ауыр металдардың тұздарының тест-нысан болып табылатын өсімдіктің жасушаларына әсерін сынақтан өткізу.

Материалдар мен құрал-жабдықтар: жарықты микроскоп, аналитикалық таразы, инелер, қандауыр пышақ, төсеніш және жабындық әйнек, тамызғыш, ауыр металдардың тұздары, пияз, дистилденген су, 100 мл колбалар, 50 мл өлшеуіш цилиндрлер, спирт, халаттар, маркерлер.

Өсімдік жасушасында ауыр металдар миграциясының биохимиялық және физиологиялық ерекшеліктері. Сіңірілген ауыр металдар өсімдік жасушасында келесі механизм арқылы белсенділігін жоғалтады:

- 1) ерімейтін органикалық кешендердің қалыптасуы;
- 2) жасуша ішілік, ерімейтін, еритін, физиологиялық белсенділігі төмен, сондай-ақ арнайы заттармен туындаған тұрақты кешендер түрінде органикалық материалдардың байланысуы;
- 3) ерімейтін бейорганикалық метал қосылыстарының қалыптасуы;
- 4) металдардың цитоплазмада арнайы туындаған заттармен байланысуы.

Жасушада металдардың фосфаттар, силикаттар, сульфиттер түрінде жинақталуы байқалады. Улы мыс концентрациясы бар ортадағы саумалдық (*Spinacia oleracea*) жапырағының жасушасындағы цитоплазмада және хлоропластарының бетінде мыстың ерімейтін қосылыстары табылған.

Баяу еритін микрокристалды мырыш құрамды бөлшектер пияз тамырының перециклында және ризодерма жасушаларында табылған. Электронды микрорадиография арқылы митохондрияда және ядрода қорғасын тығыз түйіршіктер түрінде байқалды. Фазалы-контрастты микроскопта кристалды қорғасын тамырдың бетінде көрінеді. Тамыр ішінде қорғасын көп кристалдары жасуша қабырғасында оқшауланады. Олар тек тамырда ғана емес, жапырақтарда да түзіледі. Қорғасын электронды-тығыз түйіршіктер түрінде улы заттарды шығару және кристалдау функциясын атқаратын диктиосомдардың көпіршіктерінде табылып жүр. Жасушада қорғасын түйіршіктерінің болуы өсімдіктерге шамалы улы әсерін тигізеді. Жасушаларда түйіршіктердің, бейорганикалық бөлшектердің түзілуі ұзақ әрекет ететін детоксикация жүйесі ретінде қарастырылады. Бірақ олар кейде метал көзі болуы мүмкін екендігі анықталды. Қазіргі уақытта мыс, қорғасын және мырыштың бейорганикалық қосылыстарының тұндыру механизмдері зерттелуде. Бұл тізім ұзартылуы мүмкін, себебі тірі жасушалардың жасушаіші түйіршіктерінде басқа да металдар да табылған.

Ерімейтін органикалық кешендерді қалыптастыру. Бұл механизм жасуша қабырғаларында, әсіресе сіңірілген ауыр металдардың негізгі бөлігі жинақталатын тамырда кең тараған. Тұрақты популяция өсімдіктерінің тамырының жасушалық қабырғасында металдардың жинақталуы жоғары болатыны дәлелденді. Ауыр металдар жасуша қабырғасында пектинді заттармен байланысып, пектат түзеді.

Қорғасын жасуша қабырғасының полисахаридтерімен байланысады. Жапырақтың жасуша қабырғасы жалпы кадмийдің 8% құрайды, ал тамырдың жасуша қабырғасы 14% құрайды. Жасушада қорғасын негізінен жасуша қабырғаларымен байланысты болып табылады және көп еріткіштер арқылы жойылмайды. Қорғасынға төзімді өсімдіктердің жасуша қабырғасында жинақталған және цитоплазмада, органоидтарда,

вакуолде анықталған жоқ. Қорғасын, кадмий үшін жасуша қабырғасымен байланысу төзімділіктің тиімді механизмі болып табылады. Жасуша қабырғаларының селективтілігі өте төмен. Өсу жасушаларында жасуша қабырғасының барьер қызметі маңызды болып табылады, бірақ мұнымен барлық тұрақтылық механизмдері сарқылмайды.

Еритін аз диссоцияланатын кешендердің қалыптасуы. Металдар цистеинді және гистидинді бүйірлік ақуыздың, пуриндердің, порфириндердің тізбектерімен байланысуы мүмкін. Мыс ақуыздармен, нуклеотидтермен және полинуклеотидтермен оңай әрекеттесе алады. Мыс және кадмий S-H- топтарымен әрекеттеседі, мырыш карбонил топтарға жақын болып табылады.

Металдардың цитоплазмада механикалық индукцияланған заттармен байланысуы. Соңғы деректер, ауыр металдардың жүктеме жағдайында цистеинге бай арнайы металл байланыстырушы ақуыз бен пептидтер жүйесінің индукциясын дәлелдейді. Ерекше жоғары күкірті бар еритін ақуыздар тамырлы өсімдіктерде табылған. Бұл ақуыздардың жоғары концентрациялы ауыр металдардың әсерінен организмде синтезделуге мүмкіндігі бар. *In vitro* эти белки связывают многие тяжелые металлы. *In vivo* обнаружены только кадмий, цинк, медь, ртуть. Свинец в клетках находится в основном в ионной форме или неспецифически связан с белками и лишь незначительная часть его была найдена в комплексе с низкомолекулярным белком

In vitro бұл ақуыздар көптеген ауыр металдарды байланыстырады. *In vivo* тек кадмий, мырыш, мыс, сынапта анықталды. Қорғасын жасушаларда негізінде иондық немесе арнайы байланыстырылмаған ақуыз түрінде табылған және оның аз ғана бөлігі төмен молекулалық ақуызы бар кешендерде табылған.

Фитохелатиндер деп аталатын бұрын белгісіз пептидтер, ортада кадмий жоғары деңгейде болғанда суспензиялы ортадан бөлінген. Бұл кішкентай, цистинге бай пептидтер кадмий, мырыш, қорғасын, сынаптың иондарын байланыстырады, алмастырады және залалсыздандырады. Фитохелатиндердің түзілуі темекі, қызанақ, мендуана жасушаларының суспензиялы ортасында кадмиймен байланысқанда болады. Металлотионеин - мұндай ақуыздар бірқатар жоғары өсімдіктерде шын мәнінде фитохелатин деп саналады. Өсімдіктерде фитохелатиндердің физиологиялық функциясы толық зерттелмеген. Қалыпты жағдайда, олар жасушада аз мөлшерде болады және фермент үшін металдардың доноры бола алады. Жасушада ауыр металдардың деңгейі жоғары болса осы ақуыздардың синтезі индукцияланады. Олар артық металды алмасудан алып тастап, иондық гомеостазды сақтайды. Ауыр металдардың улылығы баяу жүктемеде жедел жүктемеге қарағанда аз болады, себебі жедел жүктемеде фитохелатиндер синтезделіп үлгермейді. Фитохелатиндер толеранттылығы төмен организмге қарағанда толеранттылығы жоғары организмдерде тезірек қалыптасады. Металға тұрақтылық – ақуыз синтезі үшін жауапты геннің күшеюіне байланысты деп саналады. Металға тұрақтылықтың тағы бір маңызды аспекті – биологиялық белсенді

ақуыздардың құрылымының өзгеруіне байланысты метаболизмнің өзгеруі болып табылады.

Жұмыс барысы:

1. Түрлі концентрациялы ауыр метал тұздарының ерітінділерін дайындау.
2. Пияз қабыршағынан микропрепарат дайындау.
3. Препараттарды ауыр металдар тұздарының ерітінділерімен өңдеу.
4. Пияз жасушаларындағы өзгерістерді қарау.
5. Ауыр металдар тұздарының байқалатын әсерінің суретін салу.
6. Зерттеліп отырған препараттағы ауыр металдар тұздарының ерітінділерін дистилденген суға ауыстыру.
7. Препараттағы өзгерістердің суретін салу, 1-ші кестені толтыру.
8. Ауыр металдардың әр түрлі концентрацияда күкірттің пияз (*Alium*) жасушаларына әсері туралы қорытынды жасау.

19-кесте

**Ауыр металдар тұздарының пияз жасушаларына әр түрлі
концентрацияда тигізетін әсері**

№	Тұз	Концентрация	Ауыр металдардың әсері

№8 Зертханалық жұмыс

**Токсиканттардың тірі организмдерге тигізетін жеке
реакцияларын анықтау үшін селективті қоректік орталарды
дайындау**

Жұмыс мақсаты: Тірі организмдерге улы заттардың тигізетін әсерін тексеру үшін селективті Мурасиге-Скуга ортасын дайындау арқылы анықтау.

Материалдар және құрал-жабдықтар: колбалар, 100, 200, 500 және 1000 мл стакандар; 50, 100, 500 және 1000 мл цилиндрлер, аналитикалық таразы, зертханалық таразылар, магниттік араластырғыштар, электр пештер, шыны таяқша, ауыр металдардың тұздары, Мурасиге-Скуга ортасының аналық ерітіндісі, агар-агар, дистилденген су, түтіктер, Петри табақшасы, спирт, халаттар, маркерлер.

Жұмыс барысы:

1. 20-кестеде берілген жазуларға сәйкес Мурасиге-Скуга қоректік ортасын дайындау.
2. Селективті қоректік орта құрамына ауыр металдар тұздарының есептелген мөлшерін қосу.
3. Қоректік ортаның құрамына 1 литр ортаға 7 г агар-агар есебімен қосу керек.

4. Қоректік орталарды агар балқығанға дейін қыздыру керек және түтіктерге құю қажет.

5. Түтіктерді мақта-дәке тығындармен жауып, автоклавта стерильдеу қажет.

20-кесте

Аналық ерітінділерден дайындалған Мурасиге-Скуга орта құрамы

Орта компоненттері	Аналық ерітінді, г/л	1л ортаны дайындауға арналған аналық ерітіндінің мөлшері, мл
Макротұздар, г/л:	100	
KNO ₃	19,0	
NH ₄ NO ₃	16,5	
KH ₂ PO ₄	17,0	
MgSO ₄ · 7H ₂ O	3,7	
CaCl ₂ · H ₂ O	4,4	
Fe- хелат, г/л:	5	
FeSO ₄ · 7H ₂ O	5,57	
Na ₂ ЭДТА · 2H ₂ O	7,45	
Микротұздар, мг-ға 200 мл:	10	
H ₃ BO ₃	124	
MnSO ₄ · 4H ₂ O	482	
ZnSO	172	
KI	16,6	
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	5,0	
CuSO ₄	0,5	
CoCl ₂ · 2H ₂ O	0,5	
Витаминдер, мг-ға 200 мл:	10	
пиридоксин HCl (B ₆)	10	
тиамин – HCl (B ₁)	2	
Никотин қышқылы (PP)	10	

№9 Зертханалық жұмыс

Уытты заттардың микроорганизмдерге әсері.

Микроорганизмдердің токсиндері

Жұмыс мақсаты: Уытты заттардың микроағзаларға/микроорганизмдерге әсерін *Penicillium notatum* саңырауқұлағы мысалында анықтау.

Материалдар және құрал-жабдықтар: колбалар және стақандар 200, 500, 1000 мл, ауыр металдардың тұздарының түрлі концентрациясын қамтитын дайын қоректік орталар, микроорганизмдерді егуге арналған бокстар, микробиологиялық ілмектер, спирт, дистилденген су, газ

кыздырғыштары, микроорганизмдер штаммдары, халаттар, маркерлер, резиналы қолғаптар.

Микроорганизмдер анаэробты және аэробты болып бөлінеді. Көптеген патогенді микроорганизмдер – анаэробты және токсиндер өндіруі мүмкін. Микроорганизмдердің вируленттілігі (тірі қалу) қоршаған ортаның сыртқы факторларына және организм-иесіне байланысты. Қолайлы жағдайда ол 100%-ға тең. Микроорганизмдердің өзгеруі және жоғары патогенді белгілер пайда болғанда организм-иесіне патогенді белгілерге иммунитет дайындайды - «ген және антиген» теориясы.

Микроорганизмдер токсиндерді өздері өндіре алады және қоректік ортадан уытты заттарды сіңіру арқылы жоғары агрессивті орталарда өмір сүре алады. Микроорганизмдердің уытты заттары организм-иесінің өмір сүру қабілетінің бұзылуына, оның интоксикациясына (улану) және өліміне алып келеді. Егер организм тірі қалса, онда ол осы уытты заттардың әсеріне иммунитет пайда болады. Қабылдай алмау ұзақ (шешек) және қысқа (тұмау) болады. Микроорганизмдер ортаны өзіне максималды оңтайлы етіп өзгерте алады. Мысалы, саңырауқұлақ *Penicillium notatum* пенициллин саңырауқұлағы – токсин өндіреді, нәтижесінде басқа бәсекелес-микроорганизмдерді жояды немесе олардың дамуын тежейді. *Aspergillus albus* және *Aspergillus niger* саңырауқұлақтарының токсиндері қоршаған ортаға шығарылып басқа организмдерге улы болғанымен өзіне зияны тимейді. Олардың споралары жылықанды организмдер үшін уытты, яғни оларды өлімге душар етеді. Микроорганизмдер тіршілік барысында ластанған субстраттарда ортаның уытты деңгейіне бейімделе алады. Олар өз метаболизмінде субстратта орналасқан токсиканттарды айналымға қосады. Мысалы, субстратта мыс жоғары концентрациясында болғанда кейбір микроорганизмдер спорада мыс концентрациясын бақылаумен салыстырғанда 500 есеге дейін арттыру қабілетіне ие. Ластанған субстрат дамитын микроорганизмдер өз токсиндердің өндірісін арттыру мүмкіндігі бар.

Микроорганизмдердің субстраттарға ену тәсілдері:

- а) жер үсті;
- б) енетін;
- в) лизистеуші (субстратты сұйылтатын);
- г) субстрат ішілік.

Микроорганизмдер өздерінің токсиндерін жинақтауға немесе оларды субстратқа бөлуге қабілетті. Токсиндерді өздерінде жинақтайтын микроорганизмдер оларды вакуольда эндоплазмалық торда, Гольджи аппаратында және мембраналарда жинақтайды. Токсиндердің жасуша ішіне ену қабілеті липопротеидтердің туыстық деңгейіне байланысты немесе жасуша мембранасының жою қабілетіне байланысты. Осылайша әдетте жасушалардың ферменттік алмасуы бұзылады.

Жұмыс барысы:

1. Жұмысқа 96%-дық спирт пайдалана отырып, ламинар-бокс пен құрал-жабдықтарды дайындау.

2. 70%-дық спиртпен құрал-жабдықты және қолды залалсыздандыру.
3. Микроорганизмдерді микробиологиялық ілгек арқылы қоректік ортаға орналастыру.
4. Қоректік орталарда микроорганизмдерді орналастырған соң термостатқа қою.
5. Патогенді микроорганизмдерді 7–21 күн 37⁰С температурада, сапрофитті микроорганизмдерді – 25-27⁰С температурада өсіру.
6. Өсіру уақыты аяқталған соң тәжірибе нәтижесін талдау және 21-ші кестені толтыру.
7. Ауыр метал тұздарының әр түрлі формаларының және концентрацияларының микроорганизмдерге тигізетін әсеріне байланысты қорытынды жасау.

21-кесте

Уытты заттардың микроорганизмдерге тигізетін әсері

Белгілері	Ауыр метал тұздарының ерітінділері											
1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Қысым беру деңгейі, %												
Жабынның тығыздығы												
Споралануы												
Қоректік ортаға бірігу деңгейі												
Метаболизм өнімдерінің болуы												
Коллониялардың түстері												
Коллониялардың пішіні												

№10 Зертханалық жұмыс

In vitro өсімдіктерінің токсинқұрамды субстраттардағы регенерация ерекшеліктері

Жұмыс мақсаты: Токсинқұрамды ортаның *in vitro* өсімдігінің регенерациясына тигізетін әсерін анықтау.

Материалдар мен құрал-жабдықтар: кішкентай қысқыштар, қайшы, спирт, залалсыздандырылған матрастар, скальпель, мақта, залалсыздандырылған өсімдіктер, токсинқұрамды қоректік орталар орналасқан залалсыздандырылған шыны түтіктер, ламинар-бокс, газ жанарғысы, халаттар, маркерлер.

Жұмыс барысы:

1. Жұмысқа ламинар-боксты дайындау.
2. Құрал-жабдықты және аспаптарды 96 %-дық спиртпен және қолды 70 %-дық спиртпен залалсыздандыру.

3. Залалсыздандырылған өсімдіктерді кішкентай қысқышпен түтіктен алып, залалсыздандырылған матрасқа қойып, интерколярлы бүйрегі бар бөлігін бөліктерге бөлу .

4. Алынған кесінділерді токсинқұрамды қоректік орталар орналасқан залалсыздандырылған шыны түтіктерге салу керек. Бақылау ретінде құрамында уытты заттар жоқ қоректік орталарды пайдалану.

5. *In vitro* өсімдіктерін 3-4 апта мәдени бөлме жағдайында ($t = 24 - 26^{\circ}\text{C}$, ылғалдылық 70 – 80%, фотопериод 16–18 сағ) өсіру.

6. Өсіру уақыты аяқталған соң *in vitro* өсімдігіне сипаттама беру және 22- кестені толтыру.

7. Тәжірибе бойынша қорытынды жасау.

22-кесте

Токсинқұрамды ортаның *in vitro* өсімдігінің регенерациясына тигізетін әсері

Нұсқа	Өсімдік түрі					Ескерту
	Регенерация деңгейі, %	Регенерант өсімдіктің биіктігі, см	Жапырақтардың саны, тал	Тамырлардың саны, тал.	Тамырлардың ұзындығы, см	

№11 Зертханалық жұмыс

Токсиканттардың *in vivo* өсімдіктеріне әсер етудің морфологиялық ерекшеліктері

Жұмыс мақсаты: Ауыр металдардың *in vivo* өсімдіктерінің өсуіне және дамуына тигізетін әсерін анықтау

Материалдар мен құрал-жабдықтар: зертханалық шыны бүріккіштер, изоляторлар, қыш құмыралардағы өсімдіктер, ауыр металдардың тұздары, спирт, резеңке қолғаптар, распиатор, халаттар, кішкентай қысқыштар, қысқыштар, өлшемді цилиндрлер, шыны стақандар 100, 200, 500 мл, дистилденген су, маркерлер.

Өсімдіктерде токсиканттарды жинақтау кезінде генетикалық ескертілген түрлік және сұрыптық ерекшеліктерін танытады. Мысалы, түрлі сортты салаттарда кадмийдің жинақталуы 300-ден астам есеге ерекшеленеді. Ауыр металдардың өсімдіктердің түрлі органдарында жинақталу ерекшелігі бар. Ауыр металдардың концентрациясы келесі

бағытта азаяды: тамыр > сағақ > жапырақ > жеміс > ұрық, ерекшеліктер сирек кездеседі. Тұқымның химиялық құрамының элементтері тұрақтылық көрсетеді және күшті генетикалық бақылауда болады. Ал химиялық элементтердің арақатынасы гетеротрофтың қажеттіліктеріне сәйкес. Өсімдіктерде метал улылығына төзімді ететін физиологиялық механизмдерінің бар екені атап өтілген. Олар сіңіруге емес, ішкі детоксикацияға байланысты. Өсімдіктерде ауыр металдардың топырақтағы мазмұнына қарай жинақталуының 3 негізгі стратегиялары бар.

1. Аккумуляторлар – ауыр металдардың топырақтағы жоғары немесе төмен мөлшерінде де жерүсті бөлігіне жинақталатын өсімдіктер.

2. Индикаторлар – жерүсті бөлігіндегі ауыр металдардың концентрациясы тікелей олардың топырақтағы концентрациясына байланысты болатын өсімдіктер.

3. Эксклюдерлер – Өскіндерінде ауыр металдардың концентрациясы топырақтың критикалық мағынасына дейінгі кең дәрежедегі топырақ концентрациясынан үнемі төмен қолдауға ие болатын өсімдіктер. Әр ауыр метал үшін өзіндік детоксикация механизмі болады және бір ауыр металға тұрақтылық басқасының тұрақтылығына байланысты емес. Өсімдіктерде ауыр металдардың әсерінен қорғанатын келесі механизмдер бар:

1) әр түрлі органикалық заттарды пайдалана отырып күрделі қосылыстар түзу;

2) вакуольдерде жинақталуы;

3) жасуша қабырғасы арқылы жою (мембраналық транспорт).

Әр экотип үшін металдардың жинақталуын детерминациялайтын тұқым қуалаушылық анықталған.

Жұмыс барысы:

1. Қыш құмыралардағы өсімдіктерді пластик изоляторларға орналастыру.

2. Қорғану құралдарын кию (резеңке қолғаптар, халаттар, респираторлар).

3. Изоляторлардағы өсімдіктерді зертханалық бүріккіштері арқылы токсиканттардың ерітінділерін біркелкі өңдеу.

4. Изоляторларды жауып мәдени бөлмеге қою.

5. Тәжірибе жасалған соң екі аптадан кейін нәтижесін алу.

6. Нәтижесін 23-кестеге енгізу.

7. Қорытынды жасау.

Кесте 23

Ауыр металдардың *in vivo* өсімдіктерінің өсуіне және дамуына тигізетін әсері

Нұсқа	Өсімдік	Жапырақтар	Тамырлар
-------	---------	------------	----------

	массасы, г								
		Саны, тал.	Масса, г	Өлшемі, см ²	Зақымдану %	Масса, г	Ұзындығы, см	Саны, тал.	Зақымдану %

№12 Зертханалық жұмыс
Құрамында уытты заттары бар субстратта жауын құрттары
популяциясының динамикасы

Жұмыс мақсаты: Құрамында токсикалық заттары бар субстратта жауын құрттар популяциясының параметрлері анықтау

Материалдар мен құрал-жабдықтар: 1,5–2 л мөлшерлі пластик ыдыстар, Петри табақшасы, сызықшалар, зертханалық аналитикалық таразылар, фарфор қасықтар, метал қалақшалар, ауыр металдардың тұздары, дистилденген су, ауалық-құрғақ топырақ, өлшемді цилиндрлер, колбалар, химиялық стақандар, спирт, маркерлер.

Жұмыс барысы:

1. Ыдысқа 500 г ауалық-құрғақ топырақ салу, оның биіктігі 15 см-ден кем болмауы тиіс.
2. Жауын құрттарын жуып, ұзындығын өлшеп, массасын анықтап және олардың жалпы жағдайын сипаттау.
3. Ыдысқа, жетілген 10 жауын құртты орналастыру.
4. Топыраққа токсикант ерітіндісін құю және мұқият араластыру.
5. Ыдысты жауып жауын құрттарының тіршілігіне оңтайлы жағдайы бар (қараңғылық, ауа температурасы 13 – 18 °С) жерге орналастыру.
6. Нәтижесін 7–14 күннен кейін талдау және 24-кестені толтыру.
7. Тәжірибе нәтижесі бойынша қорытынды жасау.

24-кесте

Құрамында токсикалық заттар бар субстратта жауын құрттар
популяциясының параметрлері

Н ұсқалар	Жауын құрттар популяциясының параметрлері								
	Тәжірибеге дейін					Тәжірибеден кейін			
	Ұзындығы, см	Массасы, г	Саны, тал.	Түсі	Белсенділігі, %	Ұзындығы, см	Массасы, г	Саны, тал.	Белсенділігі, %

Белсенділік шкаласы: 5 – белсенділігі жоғары; 4 – қалыпты (100 % тірі); 3 – қанағаттандырылғыш (нормадан төмен) – бір-екеуі өлген; 2 – төменірек (әлсіз) – 30 % өлі; 1 – төмен (өлі түрлер 50% көп); 0 – тірі түрлер жоқ.

№13 Зертханалық жұмыс

Токсикалық заттардың жылықанды организмдерге тигізетін әсері

Жұмыс мақсаты: Экоотоксиканттардың жылықанды организмдерге тигізетін әсерін бағалау

Материалдар мен құрал-жабдықтар: кішкентай қысқыш, скальпель, қысқыш, мақта, дәке, парафин, ауыр метал тұздары, спирт, эфир, хлороформ, Петри табақшасы, түтіктер, 100, 200, 500 мл стакандар, өлшемді цилиндрлер, қалақша, қайшы, иелер, шприцтер, халаттар, резеңке қолбақтар, бинокулярлар, жарық берушілер, 2л пластик ыдыстар, маркерлер, дистилденген су.

Жылықанды жануарлардың патологиялық-анатомиялық тәжірибесін жүргізу реті

1. Тік ішектен бұғанаға дейін (үстінен астына қарай) маңдайалды тілігін алу.

2. Тері қимасы алынып тасталынады, кеуде жасушасын төстің шеміршек тінін ашу арқылы алынады.

3. Кеуде жасушасы ашылады, өкпе мен кеңірдек алынып тасталады, тірі және өлейін деп жатқан өзгерістерді зерттеу үшін бөлшектенеді.

4. Патологияны анықтау үшін жүрек және жүрекке қан апаратын қан тамыр препаратталады.

5. Құрсақ қуысын алу үшін диафрагма және құрсақ қабырғасы алынып тасталынады.

6. Асқазан, аш және тоқ ішек, тік ішек алынып зерттелінеді. Егер қажет болса, қосымша сараптамалық органдардың күдікті аудандары неғұрлым егжей-тегжейлі зерттеу үшін сақталады.

7. Бауырды, зәр шығару жүйесін, жыныс мүшелерінің өзгерістерін, қан айналымы жүйесінің (сүйек кемігі, көкбауыр) патологиясын анықтайды.

8. Егер жүйке жүйесіне және миға берген әсеріне күмәндансаңыз бас сүйегін тесіп операция жасалынады. Алдын ала мидың самай бөлігі айналысында дөңгелек тілік жасап, тері қимасын алып тастайды. Сүйек қабығы алынады, ми патологиясы зерттелінеді. Терең патологияны анықтау үшін ми алынады. Миды алу үшін оған апаратын барлық нерв жүйелері қиылады.

9. Омыртқа ашылады, жұлын алынып, патологиясы анықталады.

Жұмыстың барысы.

1. Зертханалық тышқандарды дайындап, пластик ыдыстарға салу.

2. Қоректі токсикалық ерітіндімен өңдеу.

3. Жүнін алып, терісін тазарту.

4. Құрсақ қабырғасының терісіне экотоксикант ерітіндісін жағу, бір тәуліктен соң өңдеуді қайталау.

5. Жануарларды 7 күн бойы ластанған қорекпен қоректендіру.

6. Патологиялық-анатомиялық тәжірибе нәтижесінде тосикалық заттардың ағзаға тигізетін әсері туралы қорытынды жасау және 25,26 - кестелерді толтыру.

25-кесте

Экотоксиканттардың жылықанды организмдерге тигізетін әсері

Нұсқа	Мінез-құлқының өзгерісі		Сырт келбетінің өзгерісі		Ішкі мүшелердің өзгерісі	
	кейін	дейін	кейін	дейін	кейін	дейін

26-кесте

Экотоксиканттардың әсерінен ішкі мүшелердің өзгерісі

Нұсқа	Жүрек	Өкпе	Асқазан мен ішектер	Бауыр	Көкбауыр	Жыныс мүшелері	Ми	Бүйректер

III. Қосымша тапсырмалар

Есептер

1. Егер сынапты термометр сынып түйіршіктері еденде қалса, бөлмеде сынап буының концентрациясы шекті мөлшерден арта ма? $\text{ШРК}_{\text{Hg}}=0,0002 \text{ мг/м}^3$, бөлме ауданы 20 м^2 , биіктігі $2,5 \text{ м}$. Төгілген және толық буланған сынап $0,1 \text{ мл}$, тығыздығы $13,5 \text{ г/мл}$. Төгілген сынапты жинау үшін қандай әдісті ұсына аласыз?

2. ШРК (ауадағы H_2S үшін) $=0,008 \text{ мг/м}^3$. Берілген жағдайға байланысты 1 л ауадағы осы ластаушының молекуласының санын есептеу.

3. Қалаларда 1 л жаңбырлы сумен бірге 40 мкг қорғасын түсе алады. Егер, бір тәулік ішінде 20 мм жауын-шашын түскен жағдайда, осы қорғасын топырақтың қандай көлеміне таралады? Егер топырақтың беткі қабатының 10 см тереңдігіне дейін таралатын болса, 1 см^2 топырақ құрамында қанша қорғасын мөлшері болады?

4. Топырақтың құрамында бор мөлшері жетіспеген жағдайда, қызылшаның өзегінде шірік пайда болады (тамыр жемістің ішкі бөлігіні қарайады). 1 га топыраққа $6,3 \text{ кг}$ борды енгізу арқылы өсімдікті емдеуге болады. 1 н бура ерітіндісінің ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$) қандай мөлшерінде қажетті бор мөлшері бар?

5. Чита қаласының атмосферасына шығарылатын жылынған газ түрінде түсетін ластағыш диаметрі $0,5 \text{ м}$, жер деңгейінен биіктігі 100 м жоғары құбыр арқылы шығарылады. Ластағыштың шөгу жылдамдығы 0 -ге тең деп аламыз. Ластағыш заттың фондық концентрациясы 10^{-4} мг/м^3 . Ластаушының ШРК $0,01 \text{ мг/м}^3$ болған жағдайдағы, ШРТ есептеу керек. Келесі мәселелерді ескеру қажет: қоршаған орта мен шығарындылар арасындағы температура айырмашылығы 60°C , аймақтың бұдырлығы мен ластағыштың шығу жағдайының коэффициенті 1 -ге тең, қоршаған ортаға ластағыштың шығуының орташа жылдамдығы 10 м/с .

6. 1 т көңнің құрамында 4 г бор, 45 г марганец, $0,4 \text{ г}$ молибден бар. Орташа дозадағы 40 т/га көнде осы микроэлементтер қандай мөлшерде болады? 1 га-ға енгізуге қажетті минералды тыңайтқыштардың 1 н ерітіндісінің (бура түріндегі марганецқышқылды калий,) эквивалентті мөлшерін есептеңіз.

7. 1 т көңнің құрамында $0,4$ молибден, 19 г мырыш болады. Орташа дозадағы 40 т/га көнде осы микроэлементтер қандай мөлшерде болады? 1 га-ға енгізуге қажетті минералды тыңайтқыштардың 1 н ерітіндісінің (натрий молибдендіқышқылы түрінде мырыш сульфаты) эквивалентті мөлшерін есептеңіз.

8. Шөгу жылдамдығы 0 -ге тең, диаметрі $0,3 \text{ м}$, жер деңгейінен биіктігі 120 м жоғары құбыр арқылы атмосфераға метилмеркаптан шығарылады. Ластағыштың фондық концентрациясы $9 \cdot 10^{-6} \text{ мг/м}^3$. Осы заттың ШРК-сы - $0,8 \text{ мг/м}^3$ тең болған жағдайдағы ШРТ есептеу қажет. Келесі мәселелерді ескеру керек: қоршаған орта мен шығарындылар арасындағы температура айырмашылығы 60°C , аймақтың бұдырлығы мен ластағыштың шығу

жағдайының коэффициенті 1-ге тең, қоршаған ортаға ластағыштың шығуының орташа жылдамдығы 10 м/с.

9. 1 т көңнің құрамында 3 г мыс, 0,25 г кобальт болады. Орташа дозадағы 40 т/га көнде осы микроэлементтер қандай мөлшерде болады? 1 га-ға енгізуге қажетті минералды тыңайтқыштардың 1 н ерітіндісінің эквивалентті мөлшерін есептеңіз.

10. Шөгу жылдамдығы 0-ге тең, диаметрі 0,3 м, жер деңгейінен биіктігі 100 м жоғары құбыр арқылы атмосфераға метилмеркаптан шығарылады. Ластағыштың фондық концентрациясы $0,001 \text{ мг/м}^3$. Осы заттың ШРК-сы - $0,5 \text{ мг/м}^3$ тең болған жағдайдағы ШРТ есептеу қажет. Келесі мәселелерді ескеру керек: аймақтың бұдырлығы мен ластағыштың шығу жағдайының коэффициенті 1-ге тең, қоршаған ортаға ластағыштың шығуының орташа жылдамдығы 20 м/с.

11. Шөгу жылдамдығы 0-ге тең, диаметрі 0,6 м, жер деңгейінен биіктігі 150 м жоғары құбыр арқылы атмосфераға метилмеркаптан шығарылады. Ластағыштың фондық концентрациясы $0,0001 \text{ мг/м}^3$. Осы заттың ШРК-сы - $0,075 \text{ мг/м}^3$ тең болған жағдайдағы ШРТ есептеу қажет. Келесі мәселелерді ескеру керек: аймақтың бұдырлығы мен ластағыштың шығу жағдайының коэффициенті 1-ге тең, қоршаған ортаға ластағыштың шығуының орташа жылдамдығы 15 м/с.

12. Құрамында нитраттары бар: орамжапырақ-500 мг/кг, қияр-400 мг/кг, қызанақ-300мг/кг, сәбіз-400 мг/кг осы көкөністерді пайдалану арқылы, тәуліктік нитраттарды тұтыну мөлшері 5 есе артуы белгілі болған жағдайдағы, салмағы 50 кг вегетариандық адамның күнделікті болжамды рационын құрыңыз.

13. Тәуліктік нитратты тұтыну мөлшері (1 кг-ға – 3,8 мг) 3 есе артқаны белгілі болған, салмағы 70 кг адамның рационында, құрамында 1400 мг/кг нитраты бар, қызылшаның қандай мөлшері бар екенін есептеңіз? Адам қызылшаны шикі күйде пайдаланып, және нитратты тек қызылшадан алған деп есептеу қажет.

14. Ерте пісіп жетілетін көкөніс құрамында, кеш пісетін көкөністерге қарағанда нитраттар көп болады. Салмағы 55 кг адам нитратты тұтыну мөлшерін (1 кг-ға – 3,8мг) арттырмау үшін, тәулігіне қанша мөлшерде балғын сәбіз тұтына алады? Ерте сұрып (ШРК=400 мг/кг) үшін бөлек және кеш сұрып (ШРК=250 мг/кг) үшін бөлек есептеңіз

15. Нитратты тұтыну мөлшері тәулігіне 1 кг-ға 3,8 мг. ШРК деңгейі 2,5 есе асып кеткен картоптың 2 кг мөлшерін, 1 тәуліктің ішінде пайдаланған, салмағы 60 кг адамның организміндегі нитраттың мөлшерін есептеңіз. Тазалау және қайнату арқылы нитраттың 50% жоғалғанын ескеру қажет.

Студенттің өзіндік жұмысына арналған арнайы тапсырма

Жергілікті ағын суларды тазарту станцияларында ағынды суларды тазартудың қажетті деңгейін есептеу

Қазіргі таңда халық шаруашылығын сумен жабдықтау проблемасы өзекті болып табылады. Өндірістік тазартылмаған немесе тұрмыстық суды ағызып жіберу су қоймаларына кері әсер етеді. Ластанған су тұрмыстық және шаруашылық бағытта сумен жабдықтау үшін пайдалына алмайды. Ластанған суды босату шлам шөгінділерінің қалыптасуына, толық және жарым-жартылай ыдырауына немесе су құрамының өзгеруіне алып келеді. Сулы флора мен фауна бүлінуіне және деградациясына, су қоймасының жалпы санитарлық жағдайының нашарлауына алып келеді. Сол себепті ағынды суларды тазартып (механикалық, биологиялық, залалсыздандыру) кейін су қоймасына тастау керек. Су қоймасына тасталынған су сапасын анықтау үшін, ағынды суларды тазарту деңгейіне есептеу жүргізуді білу қажет.

Мақсаты. Салалық тазалау қондырғыларындағы ағынды суды тазалаудың қажетті деңгейін есептеу және жалпықалалық өндірістік су құбырына тазартылған сұйықтықты қайта беру үшін, жалпықалалық қондырғыларды алдын ала тазалау.

Төмендегі кестеде берілген мәндерді, табиғи су қоймасы, жасанды су қоймасы және арнайы мақсаттағы су қоймасы үшін химиялық құрылымына байланысты анықтау қажет:

- берілген су қоймасының жармасындағы ағынды суды араластыру деңгейі;
- ластанудан тазалаудың қажетті деңгейін анықтайтын, Ағынды судағы оттектің есептеу ОБҚ_{толық} (оттегінің биологиялық қажеттілігі) концентрациясы;
- дайындалған және дайындалмаған ағынды суды тастаудан кейінгі су қоймасының орта реакциясының (рН) есептік өзгеруі;
- су қоймасының жылулық ластануын азайту үшін іс-шаралар;
- құрамындағы зиянды заттардың еруінен ластанған сұйықтықтың тазарту деңгейі;

1-кесте

Тазарту құрылғысындағы ағынды суды тазартудың қажетті деңгейін есептеу үшін ағынды су мен табиғи судың химиялық құрамы

Табиғи және ағынды сулар параметрі	Тазарту нұсқасы						
	1	2	3	4	5	6	7
Өндірістің ағынды сулары							
Ағынды су шығыны,	3	2,5	3,5	4	4,5	10	15

q (м³/с)							
Өлшенген заттар концентрациясы, C ^{взв} _{ст} (мг/с)	180	220	210	200	215	165	195
Судың тасталынған жерінен жармаға дейін ағып өту уақыты, t _{сут}	0,3	1	0,7	0,8	1,2	1,5	2
Ағынды судың қышқылға толық биохимиялық қажеттілігі, Lct (мг/л)	89	130	220	400	250	420	600
Ағынды судың қышқылдық мөлшері, C _к (мг- экв/л)	78	350	56	35	21	70	27
Ағынды су температурасы, t° C	38	30	27	32	31	40	39
Зиянды заттар мөлшері, (мг/л)							
Мышьяк	0,06	0,07	-	0,04	0,01	0,02	0,8
Сынап	0,05	0,01	3,06	-	1,2	1,6	0,3
Селен	0,03	0,04	0,02	0,01	0,05	0,04	-
Қорғасын	0,5	0,2	0,03	-	2,1	3	1
Кадмий	-	-	1,02	-	1,7	1	1,5
Мырыш	2,1	1,5	1,2	1,8	4,0	5,0	3,0
Фтор	1,5	2,1	2,6	2,4	1,2	2,8	2
Аммиак (азот бойынша)	2	-	3,5	6	20	5	-
Нитраттар (азот бойынша)	13	12	10	15	16	10	9
Мұнай көп күкіртті	0,07	0,09	0,2	3	0,5	1,5	2,5
Фенол	2,6	2,2	3,5	2,7	-	0,05	0,5
Бензол	-	-	0,6	0,4	-	1	2
Цианидтер	-	-	-	-	-	-	0,06
Ағынды сулар тасталынатын өзен суы							
Су шығыны, Q (м³/с)	36	70	102	87	150	280	520

Араластыру коэффициенті, J	0.3	0.25	0.35	0.25	0.4	0.5	0.6
Ағынды су тасталынғанға дейінгі өлшенген заттар концентрациясы, C _B (мг/л)	6	10	12	4	7	11	13
Оттегіге биохимиялық қажеттілік, L _b немесе O _{БПК} (мг/л)	2,2	1,8	2,1	2,2	1,7	2,5	2,4
Ағынды су тасталынғанға дейін өзен суы құрамындағы еріген оттегі мөлшері, O _B (мг/л)	7,5	8	8,5	8	7,5	8,2	7,2
pH	7	7,2	6,9	7,8	6,8	8	8,2
Сілтілік (мг/л)	3,5	3,5	5	3	7,3	6	3,3
Ағынды су тасталынғанға дейін, жаздық жылудағы максималды температура, t° C _{max}	19	17	16	22	18	15	20
Зиянды заттар мөлшері, (мг/л)							
Кадмий	0,06	0,001	-	0,03	0,001	0,002	0,003
Сынап	0,002	-	-	0,001	0,001	-	0,006
Қорғасын	0,001	0,005	-	-	0,05	0,005	0,0
Мырыш	0,05	0,02	0,005	-	-	0,01	1,2
Фтор	0,7	1,2	0,8	0,5	0,4	0,8	-
Мышьяк	-	-	0,02	-	-	-	-
Аммиак (азот бойынша)	0,3	0,4	0,01	0,5	-	0,05	2
Нитраттар (азот бойынша)	2	4	3	1,5	1,8	3	-
Бензол	0,2	-	0,05	-	0,03	-	-
Мұнай көп күкіртті	-	-	-	0,001	0,01	-	0,01

Фенол	-	-	-	$5 \cdot 10^{-4}$	-	-	-
-------	---	---	---	-------------------	---	---	---

2-кесте

Су қоймасының шаруашылық мақсаты

Нұсқа саны	Су пайдалану мақсаты
1	Шаруашылық-ішілетін майлы-ірімшікті зауытты сумен қамтамасыз ету
2	Ет комбинатын сумен қамтамасыз ету
3	Мәдени-шаруашылық майда комбинатты сумен жабдықтау
4	Нан зауытын сумен қамтамасыз ету
5	Шаруашылық-ішілетін шаруашылық кәсіпорынды сумен қамтамасыз ету
6	Балықты консервылы комбинатты шаруашылық-ішілетін сумен қамтамасыз ету
7	Спиртзауытты сумен қамтамасыз ету

3-кесте

Балық шаруашылығындағы суда кездесетін кейбір зиянды заттардың ШРК-сы

Зат	ШРК нормативі, мг/л
Аммиак	0,1
Аммоний тұзы	5,0
Кадмий	0,002
Кобальт	0,01
Магний	50,0
Мыс	0,01
Мышьяк	0,05
Никель	0,01
Мұнай және мұнай өнімдері	0,05
Қорғасын	0,1
Күкіртті көміртек	1,0
Фенолдар	0,001
Еркін хлор	Жоқ
Мырыш	0,01
Цианидтер	0,05

4-кесте

Шаруашылық-ішілетін және мәдени-тұрмыстық су қоймаларындағы судағы зиянды заттар ШРК-сы

Заттар	ШРК нормативі, мг/л	Заттар	ШРК нормативі, мг/л
Анилин	0,1	Стронций	2,0
Бензол	0,5	Сурьма	0,05
Бериллий	0,0002	Теллур	0,01
Ванадий	0,1	Фтор (қосынды)	1,5
Вольфрам	0,1	Хлорбензол	0,02
ДДТ (дуст)	0,1	Төртхлорлы көміртек	0,3
Кобальт	1,0	Мырыш	1,0
Молибден	0,5	Барий	4,0
Аммиак	2,0	Бензин	0,1
Кадмий	0,01	Темір	0,5
Мыс	0,1	Керосин	0,1
Никель	0,1	Көп күкіртті мұнай	0,1
Сульфидтер	Жоқ	Берік мұнай	0,3
Титан	0,1	Пикрин қышқылы	0,5
Активті хлор	Жоқ	Күкіртті көміртек	1,0
Мышьяк	0,05	Толуол	0,5
Нафтол	0,4	Фенол	0,001
Азот бойынша нитрат	10,0	Хром (Cr ⁺⁶)	0,1
Роданидтер	0,1	Хром (Cr ⁺³)	0,5
Сынап	0,005	Этилен	0,5
Қорғасын	0,1	Селен	0,001

Тапсырмалар нәтижесін толық түсіндірмелер мен егжей-тегжейлі түрде ашып көрсету керек. Алынған мәліметтерді 5-кестеге толтыру қажет.

5-кесте

**Тазалау қондырғыларындағы ағынды суларды тазалау деңгейін
есептеу нәтижелері**

Нұсқа №	Сұйылту деңгейі	Э _{взв} , %	Э _{БПК} , %	Э _о , % еріген оттек мөлшері	Э _к , %	Максималд ы шекті температура	С _{ст} /С _в , мг/л	Э _{вр} , %
---------	--------------------	----------------------	----------------------	--	--------------------	-------------------------------------	--	---------------------

--	--	--	--	--	--	--	--	--

1. Ағынды суларды өзен суы арқылы сұйылту деңгейін есептеу

Жобаланып отырған өнеркәсіптің ағынды суларын су қоймасына тастау мүмкіндігін анықтау кезінде, бірінші кезекте ағынды су мен өзен суымен сұйылту деңгейіне мән беру қажет. Ағынды суды сұйылту – ағынды суға табиғи су қосу арқылы, су құрамындағы зиянды заттардың концентрациясын азайту процесі. Сұйылту процесінің қарқындығын сұйылту деңгейі арқылы сандық сипаттайды, есептеу формуласы:

$$n=(J*Q+q)/q \quad (1)$$

мұндағы, n – ағынды суды өзен суымен сұйылту деңгейі;

Q – өзен шығыны, m^3/c ;

q – ағынды судың есептеу шығыны m^3/c ;

J – араласу коэффициенті.

Араласу коэффициенті әрдайым бірден төмен. Ағынды судың әсері су пайдаланудың жақын пунктінен бағаланатын болғандықтан, сол пункттен сұйылту деңгейін анықтау қажет.

Өзеннің орташа айлық шығынын және араластыру коэффициентін жобалау кезінде мәліметтер гидрометеорологиялық қызметтен алынады, ал ағынды су есептеу арқылы немесе ұқсас өндіріс орнының аналогиясын пайдалануға болады.

Ағынды судың сұйылту деңгейін анықтаған соң, судың тасталынуы өзен немесе су қоймасы сапасының мүмкін болатын нашарлауы туралы мәселені қарастыру қажет.

2. Ағынды судың өлшенген заттардан тазарту деңгейін есептеу

Ағынды суды өлшенген заттардан тазартудың қажетті деңгейін анықтау мына формуламен анықталады:

$$\Xi=(C_{ст} - C_0) / C_{ст} * 100\% \quad (2)$$

мұндағы, Ξ – керекті тазарту деңгейі, %;

$C_{ст}$ – ағынды судың құрамындағы тазарту алдындағы өлшенген заттар концентрациясы, мг/л;

C_0 – су қоймасына тасталынатын тазартылған ағынды су құрамындағы өлшенген заттар концентрациясы, мг/л;

Су қоймасына тасталынатын тазартылған ағынды су құрамындағы өлшенген заттардың есептеу концентрациясын анықтау формуласы:

$$C_0=C_T + n*C_{ш} \quad (3)$$

мұндағы, C_T – ағынды су тасталынғанға дейінгі өзен құрамындағы өлшенген заттар концентрациясы, мг/л;

n – есептеуде ағынды суды сұйылту деңгейі;

$C_{ш}$ – өзенге ағынды суды тастаудан соң, өлшенген заттардың шекті артуы, мг/л;

$C_{ш}$ – шаруашылық-ішілетін су қоймасын сумен қамтамасыз ету және тағамдық өндірісті сумен қамтамасыз ету үшін – 0,25 мг/л, балықшаруашылық су қоймасы және мәдени-тұрмыстық пайдалану су қоймалары үшін – 0,75 мг/л.

3. Өзен суы мен ағынды су қоспасын ОБҚ (оттегінің биологиялық қажеттілігі) бойынша ағынды суды тазалаудың қажетті деңгейін есептеу

Ағынды судың өзен мен су қоймаларына түсуі кезінде, тек сұйылту салдарынан емес, сонымен қатар өздігінен тазарту арқылы, ОБҚ-да көрсетілген органикалық заттар концентрациясының азаюы байқалады. Суды пайдаланатын ең жақын өзен пунктінен ағынды су ОБҚ-сы белгіленген нормативтен аз болған жағдайда мына формуламен анықтайды:

$$L_0 = (n - 1/10^{-K_1 t})(L_{ш} - L_T) + L_{ш}/10^{-K_1 t} \quad (4)$$

мұндағы, $L_{ш}=4$ мг/л – ағынды су мен өзен су қоспасының ОБҚ мәнінің шекті рауалы концентрациясы;

L_T – ағынды судың тасталынғанға дейінгі өзен суының ОБҚ-сы;

K_1 – ағынды суларда оттегі пайдалану тұрақты жылдамдығы;

t – тасталыну жерінен есептеу жармасына дейінгі судың ағу уақыты;

Теңдеудің $10^{-K_1 t}$ шамасын есептеу қиын, сол себепті K_1 және t мәні белгіленген және практикалық мәні бар, барлық жағдайды қамтыған, 6 және 7 кестелері құрастырылған.

Өзенге тасталынуға тиісті ағынды су L_0 есептеу мәні ОБҚ мәнінен көп болса, ағынды суға биологиялық тазалау қажет болмайды.

6-кесте

Өзен суының түрлі температурасындағы K_1 мәні

t °C	K_1	t °C	K_1
26	0.12	34	0.16
28	0.13	36	0.17
30	0.14	38	0.18
32	0.15	40	0.19

7-кесте

Өзгермелі K_1 және T үшін $10K_1$ шама мәні

K_1	T , сут				
	0,25	0,6	1	1,5	2

0,12	0,83	0,87	0,75	0,661	0,575
0,14	0,92	0,85	0,72	0,617	0,525
0,16	0,91	3,83	0,69	0,575	0,479
0,18	0,90	0,81	0,66	0,537	0,437
0,2	0,89	0,79	0,63	0,501	0,393
0,22	0,88	0,77	0,60	0,478	0,363
0,24	0,87	0,75	0,57	0,437	0,331
0,26	0,86	0,74	0,55	0,407	0,302
0,28	0,85	0,72	0,52	0,380	0,275
0,3	0,84	0,70	0,50	0,335	0,251
0,4	0,79	0,63	0,39	0,251	0,158
0,5	0,75	0,56	0,31	0,178	0,100

Ал егер ағынды су L_0 ОБҚ мәнінен кіші болса, тасталыну алдында биологиялық тазалау міндетті түрде L_0 есептеу мәнін алғанға дейін жүргізіледі. Бұл жағдайда ағынды су мен өзен суының қосындысын тазалаудың ОБҚ деңгейі мына формуламен анықталады:

$$\text{Э}_{\text{ОБҚ}} = (L_{\text{ac}} - L_0) / L_{\text{ac}} * 100 \% \quad (5)$$

мұндағы, L_{ac} – ағынды судың толық оттектік биохимиялық қажеттілігі, мг/л;

Егер өзен суының құрамындағы оттектің мөлшері алғашқы екі тәулікте 4 мг/л-дан төмен болмаса, ары қарай төмедемейді.

Ағынды судағы еріген оттектің есептеу концентрациясын есептеу үшін:

$$O_e = (n - 1) / 0,4 (O_e - 0,4 O_{\text{ОБҚ}} - O_{\text{ш}}) - O_{\text{ш}} / 0,4 \quad (6)$$

мұндағы, O_e – ағынды судың еріген оттектің есептеу концентрациясы, мг/л;

n – араласу деңгейі;

O_e – ағынды су тасталынғанға дейінгі өзен суындағы еріген оттектің мөлшері, мг/л;

$O_{\text{БПК}}$ – өзен суының оттектегі биохимиялық қажеттілігі, мг/л;

$O_{\text{шк}}$ – еріген оттектің шекті рауал концентрациясы.

0,4 – оттекті 2 күнде толық пайдалануды қайта есептеу коэффициенті.

Су құбырына тасталынуға жобаланған ағынды судан есептеу концентрациясы аз болса, олар тазалануы қажет. Тазалаудың қажетті деңгейін есептеу үшін:

$$\text{Э}_{\text{ОБҚ}} = (L_{\text{ст}} - O_e) / L_{\text{ст}} * 100 \% \quad (7)$$

мұндағы, L_{CT} - ағынды суға оттектің толық биохимиялық қажеттілігі, мг/л;

O_e - ағынды су құрамындағы еріген оттектің есептеу концентрациясы, мг/л;

Ағынды судың оттектік режимін жәнн құрамында еріген оттегі бар ағынды суды тазалаудың қажетті деңгейін есептеу, ағынды судың органикалық заттармен ластануын анықтау үшін жүргізіледі.

4. Ағынды суды рН өзгеруіне байланысты тазалау деңгейін есептеу

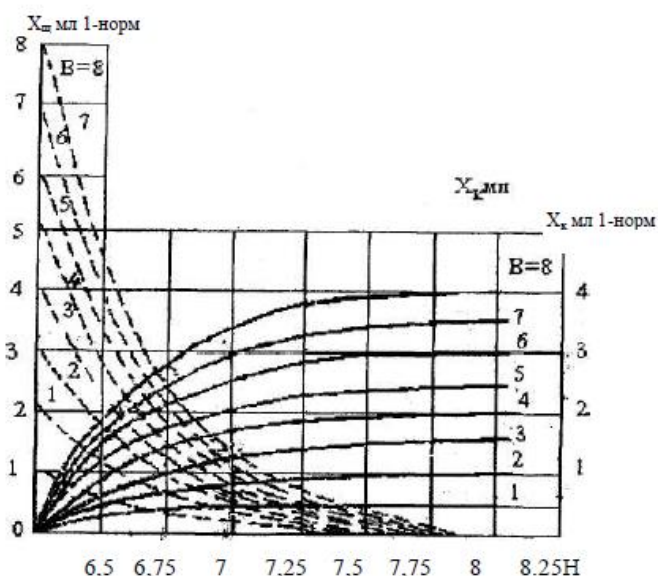
Мәдени-тұрмыстық су пайдалану пунктiлерінде су қоймасының құрамы мен құрылымы жалпы талапқа сай (рН) реакциясы 6,5 - 8,5 шегінен аспау қажет.

Ағынды су қышқылының шекті рауалын табу үшін:

$$C_{ш} = (n - 1) * X_k \quad (8)$$

мұндағы, X_k - 1 л өзен суына қосылуы мүмкін, қышқылдың максималды рауалы, мг-экв/л (Черкинский кестесі бойынша);

n - ағынды су араласу деңгейі;



1-сурет. Литр өзен суындағы қышқылдың ең жоғарғы мөлшерін анықтау сызбасы, мг-экв/л (С.Н. Черкинский бойынша)

Кестені келесі түрде қолдану қажет. 3 мг/л су сілтілігі ықтимал $pH=7,25$ деп есептейік. Абцисса өсіндегі 7,25 нүктесінен негізгі қисық сызық пен қиылысқанға дейін перпендикулярды тұрғызу және қиылысу нүктесінен перпендикулярлы X_k ординатасының оң жақ өсіне түсіру арқылы 1,25-ке тең мәнін аламыз. Осы санитарлы норма бойынша 1 л су қоймасының суына қосылуы мүмкін дұрыс ерітінді миллилитрдағы

қышқылдың максималды мөлшері болады (X_k). Ағынды суды қышқылдан тазалау қажетті деңгейін мына формуламен анықтаймыз:

$$\Delta_k = (C_k - C_{ш}) / C_k * 100\% \quad (9)$$

мұндағы, C_k - ағынды су құрамындағы қышқыл, мг-экв/л.

5. Су құбырына тасталу алдындағы ағынды су температурасы

Өзендік судың жаздық температурасы ағынды су тасталыну нәтижесінде 3°C -тан артпауы қажет - саниитарлық талаптарына сай есептелінеді.

Ағынды судың максималды шекті температурасын анықтау:

$$t_{ст} = (j * Q/q + 1) * t_{ш} + t_{max} \quad (10)$$

мұндағы, J - араласу коэффициенті;

Q - өзен шығыны, $\text{м}^3/\text{с}$;

q - ағынды су шығыны;

$t_{ш}$ - температураның шекті артуы (3°C);

t_{max} - ағынды су тасталынуға дейінгі жаздың жылы айындағы өзен суының максималды температурасы.

Ағын су температурасын алынған шамамен салыстыру. Егер ағынды су температурасы есепте алынғаннан аз болса ағынды су температурасын арнайы шаралар қолданып түсіру қажет емес. Егер ағынды су температурасы есептеп алынғаннан жоғары болса, су қоймасына тастау алдында салқындату керек.

6. Ағынды суды зиянды заттардан тазарту деңгейін есептеу

Егер ағынды суда бірнеше зиянды заттар болса, ағынды суларда бар барлық құрауыштары бірдей (кесте 3,4) байланысты топтарға бөледі.

Мысалы, ағынды су құрамында мышьяк, сынап, қорғасын, никель, мырыш болады. 3-кесте арқылы мышьяк, сынап және қорғасын санитарлық-токсикологиялық заттар топтарына, ал никель мен мырыштың – жалпы санитарлық заттар тобына кіретінен анықтаймыз.

Әр топ заттарының концентрациясын олардың шекті рұқсат концентрациясына қатынасы суммасын анықтаймыз:

$$C_{ст1}/ШРК_1 + C_{ст2}/ШРК_2 + C_{ст3}/ШРК_3 + \dots + C_{стn}/ШРК_n \quad (11)$$

Содан соң су қоймасының ағынды су тасталынғанға дейінгі сол заттар концентрациясын олардың ШРК-ға қатынасының қосындысын анықтаймыз:

$$C_{т1}/ШРК_1 + C_{т2}/ШРК_2 + C_{т3}/ШРК_3 + \dots + C_{тn}/ШРК_n \quad (12)$$

Қажетті тазалау деңгейін анықтау үшін:

$$\mathfrak{E}=(1 - (1 - (n - 1) / n) * C_{\text{т}} / C_{\text{ст}} / n) * 100\% \quad (13)$$

мұндағы, n – ағынды су араласу деңгейі.

Бақылау жұмыстарының нұсқалары

1. Улы затқа сезімталдықтың түрлік айырмашылығы. Токсикалық әсер.
2. Удың әсер ету ерекшелігі және токсикалық әсер.
3. Удың әсеріне сыртқы ортаның кейбір факторларының ықпалы.
4. Өлімге әкелетін доза және концентрациясы.
5. Межелік мөлшер мен концентрациясы.
6. Шекті рұқсат мөлшер мен концентрациясы.
7. Қоршаған орта мен сүтқоректілер арасындағы электролит еместердің теңсалмақты бөлісуі.
8. Сыртқы сатыдан биосатыға заттардың өту белсенділігінің рөлі.
9. Гомологиялық қатар заттарына кен орнының белсенділігі, токсикалық мөлшері, физика-химиялық қасиеттерінің тәуелділігі.
10. Удың кумуляциясы. Сандық бағасы.
11. Удың құрамдастық әсері кезіндегі токсикалық әсерге сандық баға беру.
12. Заттардың құрылымы мен олардың улылығы арасындағы байланыс.
13. Су қоймасының эвтрофикациясы. Сумен қамтамасыз ету жүйесіндегі аллохтонды және автохтонды организмдермен шақырылатын биологиялық кедергілер. Сумен қамтамасыз ету жүйесіндегі биологиялық қаулау және олармен күрес әдістері.
14. Табиғи су қоймасының ластану көздері мен сипаты. Су қоймасының өздігінен және бөлек компоненттерінің тазару процесі: араласу, механикалық құрамдас бөлігі, химиялық, физика-химиялық және биохимиялық тазалау.
15. Су қоймасының өздігінен тазаруындағы судың жоғарғы өнімділігінің, су жануарларының, насекомдар мен микроорганизмдер рөлі.
16. Химиялық-биологиялық сараптау және индикаторлы микроорганизмдер нәтижесі бойынша, аэробты биохимиялық тазалау үдерісін бағалау.
17. Ағынды су тұнбасын, қатты тұрмыстық, өндірістік және органикалық ауылшаруашылық қалдықтарды компостерлеу.
18. Ароматты көмірсутектердің бионысанға токсикалық әсер механизмі және ерекшелігі.
19. Радиоактивті изотоптар, экожүйеге әсері.
20. Жануарлар және өсімдіктер әлемі шығу тегі бойынша экотоксикологиялық заттар (Жануартекті және өсімдіктекті экотоксикологиялық заттар).
21. Шығу тегі микробиологиялық токсинді заттар.
22. Ауыл шаруашылығындағы биотехнологиялық баламалар.
23. Ерітіндіден метал биосорбциясы.
24. Катаболикалық плазмидтер.
25. Қоршаған ортаны ластаушылардан биотехнологиялық тазарту.

26. Ауыр металдардың экологияға әсері.
27. Қоршаған ортаға әсерді бағалау (ҚОӘБ). Мемлекеттік экологиялық сараптама.
28. Атмосфералық ластаушылар және олардың экожүйеге әсері.
29. Биогидрометаллургия. Бактериялық сілтісіздендіру.
30. Зиянды және қауіпті қалдықтарды жою.

Пайдаланылған әдебиеттер тізімі

1. Барышников И.И., Лойт А.О., Савченков М.Ф. Экологическая токсикология. Ч. 1, Ч. 11 – Иркутск: Иркутия университетінің басылымы, 1991. -282 б.
2. Головки А.И., Куценко С.А., Ивницкий Ю.Ю. және басқалар. Экоотоксикология. – СПб.: НИИХВ СПбГУ, 1999. -124б.
3. Грушко Я.М. Вредные неорганические соединения в промышленных выбросах в атмосферу: анықтама. – Л.: Химия, 1987. - 191б.
4. Исидоров В.А. Ведение в курс химической экотоксикологии: оқу құралы. –СПб.: СПб университет басылымы, 1997. -88б.
5. Кагаи Ю.С. Общая токсикология пестицидов. – Киев: Денсаулық, 1981. -174б.
6. Коробкин В.И., Передельский Л.В. Экология. – Ровтов-на-Дону: «Феникс» басылымы – 2000.
7. Кортс Ф., Бахадир М., Клайн В, Ляй Я.П., Парлар Г., Шойнерт И. Экологическая химия / Ф.Кортс редакциясынан. – М.: Мир, 1997.
8. Кушнева В.С., Горшкова Р.Б. Справочник по токсикологии и гигиенических нормативам (ПДК) потенциально опасных химическиз веществ. – М.: ИздАТ, 1999. -272б.
9. Макушкин Э.О., Цыренов В.Ж. Эколого-токсикологические исследования в низовьях р. Селенги. Улан-Удэ: БНЦ СО РАН басылымы, 2005. 152б.
10. Никоноров А.М., Хоружая Т.А. Экология. // Оқу құралы. –М.: «Приор» басылымы, 2000.
11. Оксигендлер Г.И. Яды и организм. Проблемы химической опасности. – СПб.: Ғылым, 1991. -317б.
12. Орлов Д.С., Садовникова Л.К., Лозанская И.Н. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: оқу құралы. – М.: Жоғарғы мектеп, 2002.
13. Приборы контроля окружающей среды / Манойлов В.Е. және т.б. / В.Е. Манойлов редакциясынан. –М.: Атомиздат, 1980. -213б.
14. Фелленберг Г. Загрязнение природной среды. Введение в экологическую химию. –М.: Мир, 1997.
15. Ханхунов Ю.М., Хантургаев Г.А. Основы расчетов нормирования загрязняющих веществ в окружающей природной среде: оқу құралы. – Улан-Удэ: ВСТГУ басылымы, 1998. -158б.
16. Юрин В.М. Основы ксенобиологии: оқу құралы – М.: Жаңа білім, 2002. - 267б.