

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТІРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық технологиялық зерттеу университеті  
Қ. Тұрысов атындағы Геология және мұнай-газ ісі институты  
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

Танатова Мөлдір Ильясқызы

Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-тесттер құрастыру

**Дипломдық жұмыс**

6В05101—«Химиялық және биохимиялық инженерия» мамандығы

Алматы 2023

«Қ.И.СӘТПАЕВ атындағы ҚАЗАҚ ҰЛТТЫҚ ЗЕРТТЕУ ТЕХНИКАЛЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ»  
КОММЕРЦИЯЛЫҚ ЕМЕС АКЦИОНЕРЛІК ҚОҒАМЫ

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
МИНИСТРЛІГІ

Қ.И.Сатбаев атындағы Қазақ Ұлттық техникалық зерттеу университеті  
Қ.Тұрысов атындағы геология және мұнай-газ ісі институты  
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы



**ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ**  
ХЖБИ кафедра меңгерушісі,  
PhD  
Амитова А.А.  
«\_\_» \_\_\_\_ 2023 ж.

**ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС**

Тақырыбы: «Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-тесттер  
құрастыру»

6B05101–«Химиялық және биохимиялық инженерия»

Орындаған : Танатова М.И.

Рецензент

Б.ғ.д., профессор

Жұбанова А.А.

«\_\_» \_\_\_\_ 2023 ж.

Ғылыми жетекші

PhD

Тастамбек Қ.Т.

«\_\_» \_\_\_\_ 2023 ж.

Алматы 2023

Ү ҚазҰТЗУ 706-17.

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ  
ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық университеті  
Қ.Тұрысов атындағы Геология және мұнай ісі институты  
Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасы

6B05101—«Химиялық және биохимиялық инженерия»



Дипломдық жобаны дауырауға  
**ТАПСЫРМА**

Студент Танатова Мәлдир Ильясықы

Жұмыстың тақырыбы: Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-  
тесттер құрастыру

Университеттің № 408-П/Ө «23» қараша 2022 ж. бұйырығымен бекітілген

Орындалған жобаның өткізу мерзімі «    »    2023

Дипломдық жобаның бастапқы мәліметтері: зерттеу объектілерінің талқылауға берілген сұрақтарының тізімі мен диплом жобасының қысқаша мазмұны

- а) Әдеби шолу
- ә) Әдістер мен жұмысты орындау барысы
- б) Алынған нәтижелерді талдау

Графикалық материалдардың тізімі (міндетті түрде қажет сызбалар көрсетілген) 15 слайд

Ұсынылған негізгі әдебиеттер 46 әдебиеттерден тұрады

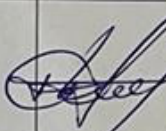
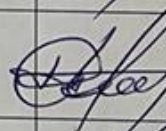
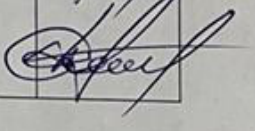


Дипломдық жобаны даярлау

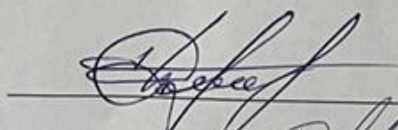
КЕСТЕСІ

Бөлім атаулары, дайындалатын сұрақтардың тізімі	Ғылыми жетекшіге, кеңесшілерге өткізу мерзімі	Ескерту
Әдеби шолу	25.12.2022 ж	
Әдістер мен жұмысты орындау барысы	12.01.2023-20.03.2023 ж	
Алынған нәтижелерді талдау	25.03.2023-08.04.2023 ж	
Графикалық бөлім	10.04.2023 ж	

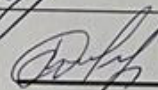
Аяқталған дипломдық жобаның және оларға қатысты  
бөлімдерінің кеңесшілері мен қалып бақылаушының  
қолтаңбалары

Бөлімдер атауы	Ғылыми жетекші, кеңесшілер (аты-жөні, тегі, ғылыми дәрежесі, атағы)	Қолтаңба қойылған мерзім	Қолы
Әдістер мен жұмысты орындау барысы	Тастамбек Қ.Т PhD		
Алынған нәтижелерді талдау	Тастамбек Қ.Т PhD		
Қалып бақылаушы	Тастамбек Қ.Т PhD		

Ғылыми жетекшісі

 Тастамбек Қ.Т.

Тапсырманы орындауға алған студент

 Танатова М.И.

Күні

« » \_\_\_\_\_ 2023 ж.

## АҢДАТПА

Дипломдық жұмыс: “Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-тесттер құрастыру” 36 бетте баяндалды. Дипломдық жұмыстың құрылымына кіріспе және 3 бөлім кіреді (ғылыми әдебиеттер көздеріне шолу, пайдаланылған материалдар мен тәсілдер мен зерттеу нәтижелері). Дипломдық жұмыстың мәтіні 3 кесте мен 10 суреттен тұрады. Зерттелген ғылыми әдебиеттер саны- 46. Дипломдық жұмыстың мақсаты: Батыс Қазақстан аймақтарынан алынған су мен топырақ сынамаларының интегралды токсинділігін анықтау үшін қысқа мерзімді биологиялық скринингті сынақтама жүргізу. Дипломдық жұмыстың міндеттері: ҚР Батыс аймақтарының (Атырау, Жаңаөзен, Ақтау, Форт-Шевченко) суы мен топырақтарының сынамаларына микробиологиялық сипаттама жасау. Алынған сынамалардың токсинділігін биологиялық объектілер арқылы бақылау жүргізу. Қоршаған орта объектілерінің токсинділігін бағалау үшін биоиндикация әдістерінің скринингісін жасау. Аз уақыт ішінде токсинділікті анықтайтын экспресс-тест құрастыру.

## АННОТАЦИЯ

Дипломная работа: “составление экспресс-тестов для определения токсичности почвы” изложена на 36 страницах. Структура дипломной работы включает введение и 3 части (обзор источников научной литературы, использованных материалов и подходов и результатов исследований). Текст дипломной работы состоит из 3 таблиц и 10 рисунков. Количество изученной научной литературы- 46. Цель дипломной работы: проведение краткосрочного биологического скрининга для определения интегральной токсичности проб воды и почвы из регионов Западного Казахстана. Задачи дипломной работы: составление микробиологической характеристики проб воды и почв западных регионов РК (Атырау, Жанаозен, Актау, Форт-Шевченко). Контроль токсичности отобранных проб через биологические объекты. Проведение скрининга методов биоиндикации для оценки токсичности объектов окружающей среды. Составление экспресс-теста, определяющего токсичность за короткое время.

## ABSTRACT

The diploma work: "compilation of rapid tests to determine soil toxicity" is presented on 36 pages. The structure of the thesis includes an introduction and 3 parts (a review of the sources of scientific literature, materials used and approaches and research results). The text of the thesis consists of 3 tables and 10 figures. The number of scientific literature studied is 46. The purpose of the thesis: conducting short-term biological screening to determine the integral toxicity of water and soil samples from the regions of Western Kazakhstan. Tasks of the thesis: compilation of microbiological characteristics of water and soil samples of the western regions of the Republic of Kazakhstan (Atyrau, Zhanaozen, Aktau, Fort Shevchenko). Control of the thixinity of the selected samples through biological objects. Screening of bioindication methods to assess the toxicity of environmental objects. Preparation of an express test that determines toxicity in a short time.

## МАЗМҰНЫ

	Кіріспе	6
	НЕГІЗГІ БӨЛІМ	7
<b>1</b>	<b>ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ</b>	7
<b>1.1</b>	Топырақтың уыттылығы. Уыттылықты анықтау	7
<b>1.2</b>	Топырақ биоалуантүрлілігі	8
<b>1.3</b>	Экспресс тесттің маңыздылығы	10
<b>2</b>	Материалдар мен зерттеу әдістері	12
<b>2.1</b>	Модельдік эксперименттерде су мен топырақтың интегралды уыттылығын анықтау үшін қысқа мерзімді микробтық скринингтік сынақтарды (КСТ) іріктеу	12
<b>3</b>	Нәтижелер мен талқылаулар	14
<b>3.1</b>	Микробтық әртүрлілікті сынама алу арқылы анықтау	14
<b>3.2</b>	Су мен топырақ сынамаларын алу	18
<b>3.3</b>	Топырақ сынамаларын талдау	21
<b>3.4</b>	Су сынамаларын бағалау	26
	Қорытынды	32
	Әдебиеттер тізімі	34



## КІРІСПЕ

Топырақ құрылымы минералды бөлшектердің мөлшері бойынша таралуын білдіреді және әдетте құмның (2-0,05 мм), лайдың (0,05–0,002 мм) және саздың (<0,002 мм) құрамы ретінде сипатталады (Resende et al., 2014). Құм бөлшектерін ірі құмға (0,5–2 мм) және ұсақ құмға (0,05–0,5 мм) бөлуге болады, өйткені бұл екі фракцияның тепе-теңдігі суды ұстау және инфильтрация қабілетіне үлкен әсер етеді. Ірі құмды топырақтар қаныққан жағдайда көбірек аэрация мен су өткізгіштігін қамтамасыз етеді, ал ұсақ құмды топырақтарда суды сақтау қабілеті жоғары және қанықпаған жағдайда өткізгіштігі төмен кеуектер аз болады (Parahyba et al., 2019, Resende et al., 2014).). Топырақ құрылымын топырақтың жіктелуі үшін өте маңызды болумен қатар, топырақтың ықтимал қолданылуы мен шектеулерін көрсете алатын текстуралық кластарға жатқызуға болады. Ақтау теңіз суының және Атырау су қоймасының токсинділігін белгілі бір мөлшерлерде сынамаларды микробалдырлар өсіп тұрған ортаға енгізу арқылы, яғни енгізгеннен кейінгі белгілі бір уақыттарда оптикалық тығыздығын өлшеумен анықтаймыз. Қазіргі жағдайда техногендік факторлардың табиғи ортаға үнемі өсіп келе жатқан зиянды әсерімен биотесттік бағалау жүйелері ластанудың ықтимал қауіпті деңгейлерін тез анықтауға мүмкіндік беретін поллютанттарды бағалаудың индикаторлық және сандық әдістері арасындағы аралық орынды алады. Биоиндикацияның ерекше артықшылықтарының ішінде олардың химиялық компоненттердің үлкен спектріне сезімтал екендігін және поллютанттардың төмен концентрациясында қоршаған ортадағы жағымсыз өзгерістерді анықтауға мүмкіндік беретіндігін атап өткен жөн. Биотесттерді қолданудың негізгі оң жағы тірі организмнің реакциясын бағалау қоршаған ортаға техногендік әсердің сипаты мен деңгейін биологиялық мағынасы бар, сондықтан экожүйелерде болып жатқан өзгерістердің тұтас көрінісін толықтыратын көрсеткіштерде анықтауға мүмкіндік береді.

Өзектілігі: су мен топырақтың сапасын бағалауда жергілікті микробтық топтарды қолдану, олардың өмірлік көрсеткіштерін бақылау классикалық және кеңінен қолданылатын әдіс болып табылады.

Зерттеу мақсаты: Батыс Қазақстан аймақтарынан алынған су мен топырақ сынамаларының интегралды токсинділігін анықтау үшін қысқа мерзімді биологиялық скринингті сынақтама жүргізу.

Зерттеу объектілері: жауын құрт *Eisenia foetida*; кәдімгі арпа; *Chlamydomonas Reinhardtii* микробалдыры; шаян тәрізді *Daphnia Magna*; топырақ сынамасы; су сынамасы.

Жұмысты орындаудың практикалық базасы: Satbayev University-нің химиялық және биохимиялық кафедрасының зертханасында зертханалық жұмыстар яғни топырақ су сынамаларынан алынған зерттеу жұмыстары Тастамбек Қ.Т. кеңесшілігімен практикадан өту барысы жүргізілді.

Түйін сөздер: микробтық алуантүрлілік, топырақ пен су сынамалары, техногенді әсер, экология, биотест.

## НЕГІЗГІ БӨЛІМ

### 1 ӘДЕБИЕТКЕ ШОЛУ

#### 1.1 Топырақтың уыттылығы. Уыттылықты анықтау

Табиғи ластанған топырақтар мен ауыр металлдармен жасанды түрде ластанған топырақтардың уыттылығын бағалау үшін газ түзілуін тежеуге негізделген денитрификациялаушы бактериялардың биоанализі қолданылады. Топырақтың уыттылығына әдетте әртүрлі физика-химиялық сипаттамалар әсер ететіндіктен, табиғи ластанған топырақтардың уыттылығын бағалау үшін уыттылық шегін анықтау үшін он анықтамалық топырақ пайдаланылды. Ластанған топырақ биоанализ үшін улы болады, өйткені олардың тежелу деңгейі 72% - дан 100% - ға дейін және белгіленген 10% уыттылық шегінен асып түседі. Басқа тікелей байланыс талдауларымен салыстырғанда, жаңадан жасалған талдау өте сенімді, бұл жоғары сезімтал деректерді алуға мүмкіндік береді, ал топырақтың әртүрлі физика-химиялық қасиеттері газ өндіру белсенділігіне аз әсер етеді. Ластанған топырақтағы химиялық ластаушы заттардың зиянды әсерін бағалау үшін уыттылықты тікелей өлшейтін микробиологиялық биоанализдерді енгізу топырақ қауіпін бағалауда маңызды рөл атқаратын жақсы қалыптасқан әдістеме болып табылады. Микроорганизмдердің уыттылық сынақтары оттегінің тұтынылуын, газ түзілуін, өлімін, өсу қарқынын, амперометрияны және биолюминесценцияны өлшейді және олардың төмен құны, салыстырмалы қарапайымдылығы, жоғары сезімталдығы, жылдам анықтау уақыты және талдау икемділігі арқасында топырақтағы ластаушы заттардың әсерін жақсырақ және шынайы бағалауды қамтамасыз етеді. Дегенмен, топырақтың органикалық заттарының күрделілігі, гетерогенділігі және өзгергіштігі, бөлшектердің құрылымы мен мөлшері ластаушы заттардың сорбция орнына айналады және сыналатын организмдер үшін токсиканттардың биожетімділігін шектейді. Демек, ластанған топырақтағы ауыр металлдардың, органикалық ластаушы заттардың және биологиялық қауіпті заттардың уыттылығын бағалау үшін қолданылатын *Vibrio fischeri*, *Selenastrum capricornutum*, *Pseudomonas putida* және *Photobacterium phosphoreum* сияқты уыттылықтың алдыңғы биоанализдері тек сыналатын топырақ микроорганизмдерінің әсеріне негізделген уыттылық сынақтарын жүргізумен шектеледі. Топырақтың уыттылығын бағалау үшін тікелей байланыс сынақтарын қолданған жөн, бірақ бұл әдістерді кеңінен қолдану шектеулі, өйткені *Vibrio fischeri* - ді тікелей байланыс сынақтарында қолдану сыналатын ортаның тұзды жағдайда сақталуын талап етеді, бұл сыналатын топырақтың уытты қасиеттерін өзгертеді. Топырақ уыттылығын бақылау үшін тиімді деген әдістердің бірін, яғни тікелей байланыс сынақтарын қолдану арқылы уыттылықты байқай аламыз.

Белгілері. Белгілі бір жағдайларда топырақтың уыттылығы пайда болуы мүмкін. Бұл топырақтағы минералды элементтердің шамадан тыс мөлшерімен

байланысты. Жас өсімдіктердің өсінділері мен жапырақтарының сарғаюы. Тамырдың нашар өсуі мен қараюы — бұл уыттылықтың негізгі белгілері. Неғұрлым ауыр жағдайларда жас өскіндер өледі, ал қалған өсімдіктер өсімдік тамыры топыраққа тереңірек енген жағдайда ғана қалыпты дамиды.

Себептері және экономикалық маңызы. Топырақтағы кейбір иондардың шамадан тыс мөлшері әдетте осы элементтердің ерігіштігімен байланысты мысалы, алюминий және марганец қышқыл жағдайда. Ол сондай - ақ ағынды сулармен қорғасын, кадмий, сынап және тағы да сол сияқты сияқты кейбір элементтерді кездейсоқ енгізуден туындауы мүмкін. Қант қызылшасы өсімдіктеріне натрий қажет болғанымен, оның шамадан тыс мөлшері мысалы, натрий хлориді улы болып табылады, жапырақтың көкшіл-жасыл түсіне әкеледі және көптеген бүйір тамырлардың пайда болуына әкеледі.

Уыттылық басқа мәселелердің көрінуінің көрсеткіші ретінде қызмет етеді, олардың көпшілігі құрамында әк бар заттарды қолдану арқылы шешуге болатын топырақтың сілтілігіне байланысты. Бұл жағдайда топырақтың рН бейтарап рН 6,5 сақталуын, теңіз су тасқынының алдын алуды, зиянды элементтердің, әсіресе өнеркәсіптік аудандардан пайдаланылатын ағынды сулардың құрамындағы судың сапасын мұқият бақылауды әрдайым есте ұстаған жөн.

## **1.2 Топырақ биоалуантүрлілігі**

Топырақтың биоәртүрлілігі әртүрлі факторларға, соның ішінде азот тыңайтқыштарына тап болады. Тыңайтқыштардың биоалуантүрлілік пен топырақ қызметі арасындағы байланысқа әсері зор. Факторлық талдау бойынша топырақтың биоәртүрлілігі мен көпфункционалдылық арасындағы байланыс анықтайды. Биоалуантүрлілікті анықтау үшін минералды азотты қолдану тиімді және сол арқылы азоттың ыдырайтын қоқысқа сіңуін азайғанын байқауға болады. Топырақ биотасы геохимиялық циклдар мен өсімдік өнімділігінің кілті болып табылатын көптеген экожүйелік функцияларға айтарлықтай үлес қосады. Дегенмен, қазіргі уақытта топырақтың биоәртүрлілігіне жерді пайдаланудың күшеюі қауіп төндіруде және топырақтың биоәртүрлілігінің жоғалуы сансыз интенсификация элементтерімен мысалы, химиялық тыңайтқыштарды қолданумен анықталады. Мұнда біз топырақ микробиомасындағы өзгерістер топырақтың көп функционалдығына, соның ішінде дақылдардың өнімділігіне әсер етеді. Сонымен қатар, топырақтың биоәртүрлілігінің әртүрлі деңгейлері қоректік қоспалармен әрекеттесетіндігі белгілі. Топырақ қауымдастығының жеңілдетілуі экожүйелердің көп функциялылығының жалпы төмендеуіне әкелді, атап айтқанда, өсімдіктердің өнімділігі мен топырақтың қоректік заттарды сақтау қабілеті топырақтың биоәртүрлілік деңгейінің төмендеуімен төмендеді.

Қара топырақ, құмды, сазды, каштан, подзоликалық, сұр орман топырақтары жиі кездеседі. Өсімдіктер қара топырақта жақсы өседі. Бұл

топырақтар органикалық заттарға бай, олардың мөлшері 20% жетуі мүмкін. Қараңғы түс, оларға гумус береді. Бұл топырақтың жоғары құнарлылығын қамтамасыз етеді. Қара топырақтар түйіршікті болып көрінеді, оларға су мен ауа жақсы енеді. Батпақтарда қатты масса пайда болады. Ол жартылай ыдыраған өсімдік қалдықтарынан, құмнан және саздан тұрады. Бұл шымтезек. Ол топыраққа құнарлы қоспа ретінде қолданылады.

Құмды топырақтардың құрамында құм басым. Құмды топырақтың ерекшелігі – су. Сондықтан өсімдік тамырларында ылғал жетіспейді. Құмды топырақтардағы гумус қара топырақтарға қарағанда едәуір аз, сондықтан олар құнарсыз.

Сазды топырақтарда, керісінше, қоректік заттардың жеткілікті қоры бар. Алайда, жаңбырмен суланған саз топырақтың құрамдас бөліктерін бір-біріне жабыстырады, бұл оның тығыз болуына әкеледі. Егер саздың бұл қасиеті қыш ыдыста пайдалы болса, онда ол топыраққа зиян тигізеді. Жаңбырдан кейін сазды топырақтар, құмды топырақтардан айырмашылығы, баяу кебеді, оларда ұзақ уақыт бойы шалшықтар қалады, бұл топыраққа ауа ағынын нашарлатады.

Подзоликалық Топырақтардың түсі күлге ұқсайды. Олардың құрамында айтарлықтай гумус жоқ (1-3 %), жеткілікті ылғалдандырылған. Сұр орман топырақтары подзоликтерге қарағанда қоректік заттарға бай. Каштан топырақтары қоңыр түсі үшін осылай аталады. Шын мәнінде, олар өсімдіктерді қоректік заттармен қамтамасыз ете алады. Алайда, бұл топырақтар құрғақ жерлерде орналасқандықтан, оларға қосымша ылғалсыз жоғары өнім өсіру мүмкін емес. Олардың құрамында тұздардың мөлшері жоғары. Бұл барлық өсімдіктерге жарамайды. Сондықтан мұндай топырақтарда өсімдіктер қара топыраққа қарағанда кедей.

Топырақ микробиологиясында екі негізгі тәсіл бар. Бірінші тәсіл- организмдерді олардың физиологиясы мен таксономиясын зерттеу арқылы зерттеу, ал екінші тәсіл микробтық процестерге, яғни микроорганизмдердің топырақта не істейтініне бағытталған. Топырақ - микроорганизмдердің өсуі үшін қоршаған орта жағдайлары үнемі өзгеріп отыратын гетерогенді тіршілік ету ортасы қажет. Топырақ микроорганизмдері көп мөлшерде болады және метаболикалық белсенділік пен физиологиялық қасиеттердің кең спектріне ие, олар топырақтағы қоректік заттардың айналымында маңызды рөл атқарады және топырақтан ластаушы заттарды кетіру үшін қажет.

Топырақта қарапайым қанттардан гумус сияқты ең күрделі материалдарға дейін микроорганизмдерге арналған субстраттардың кең ауқымы бар.

Топырақ сонымен қатар өте қысқа қашықтықта және қосымша жұмыс уақытында өзгертін қоректік заттар, ылғалдылық, рН деңгейлері бар көптеген микросайттардан тұрады.

Топырақта кездесетін микроорганизмдер. Әр түрлі қоректік заттар мен негізгі факторларға байланысты топырақта микроорганизмдердің әр түрлі тобы өмір сүреді.

Топырақ микроорганизмдері жеті түрлі санатқа бөлінеді: бактериялар, саңырауқұлақтар, вирустар, көк-жасыл балдырлар, актиномицеттер,

карапайымдылар және нематодтар. Бұл топтардың әрқайсысының әртүрлі сипаттамалары және олар өмір сүретін топырақтағы рөлі бар. Мұндай микроорганизмдер тек жер үсті топырағында ғана емес, сонымен қатар жер асты топырағында жүздеген - мыңдаған метр тереңдікте кездеседі. Әдетте, микроорганизмдер саны топырақ профиліндегі тереңдіктің жоғарылауымен азаяды, ең алдымен топырақтағы органикалық заттардың азаюына байланысты болады.

Топырақтағы микробтық қауымдастықтың нақты құрамы қоршаған ортаның өзгеруіне байланысты өзгеруі мүмкін. Топырақтағы микроорганизмдердің таралуы топырақтың бір аймағынан екіншісіне ерекшеленеді. Ризосфера деп аталатын өсімдік тамырларына тікелей әсер ететін тар топырақ аймағында топырақтың басқа бөліктеріне қарағанда көбірек микроорганизмдер бар. Ризосфера - бұл динамикалық орта, онда өсімдік тамырлары үйінді топыраққа қарағанда жоғары микробтық популяциялар мен белсенділікті қолдайтын көптеген қосылыстар шығарады.

### **1.3 Экспресс - тесттің маңыздылығы**

Табиғи және антропогендік экожүйелердің су мен топырақтың ластануын индикациялау мен сынаудың биологиялық және, атап айтқанда, микро - биологиялық әдістері әртүрлі ксенобиотиктер толық пайдаланылмайды. Оларды дәл қолдану қысқа мерзімде *in situ* биоценозының күйін дәл бағалауға мүмкіндік берсе, сондай - ақ уақыт өте келе осындай жағдайларда жергілікті популяциялардағы ықтимал өзгерістердің динамикасын болжауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты су мен топырақ сияқты сыртқы орта объектілерінің интегралды уыттылығын тез және тиімді бағалауға мүмкіндік беретін биологиялық объектілердің негізінде қысқа мерзімді тест-жүйелерді таңдау өзекті болып табылады. Маңыздысы, "биобатариялар" мен "биокассеталарға" негізделген сынақ жүйелері су мен топырақтың уыттылық деңгейін ғана емес, сонымен қатар табиғатта оның ластануы мен ремедиациясы кезінде болатын процестерді бақылау мен бағалаудың пайдалы құралы болып табылады. Бұл био - тестілеу барысында алынған нәтижелер ластанған аумақтарда ремедиациялық рәсімдерді жүргізу үшін қажетті шараларды әзірлеу кезінде пайдалы болады дегенді білдіреді. Жиынтық әсерді анықтаудың перспективалық әдістерінің бірі токсиканттардың табиғи орта объектілеріне әсері сынақ жүйелерінің көмегімен биообъектілердің жай-күйін биотестрлеу болып табылады. Бұл ретте қоршаған орта объектілерінің жай - күйін био - тестілеу әдістерімен бағалау әдістері экспресс болып табылатыны және ауыр қаржылық шығындарды талап етпейтіні маңызды.

Топырақтың уыттылығын сипаттайтын әртүрлі мүмкіндіктер бар. Бір тәсіл - сапаны химиялық әдістермен бағалау яғни таңдалған ластаушы заттардың концентрациясы. Бұл тау жыныстары мен органикалық тыңайтқыштардағы элементтік құрамды, демек қоректік заттар мен ауыр

металдардың құрамын талдауға қолайлы тәсіл . Құрамы мен концентрациясы белгісіз биожетімді элементтер мен органикалық ластаушы заттарды талдау күрделірек. Әдетте аз мөлшерде болатын органикалық ластаушы заттарды алу және байыту үшін бірнеше түрлі экстракция процедуралары қажет. Ағынды сулардың жауын-шашыны немесе компосттар сияқты күрделі матрицаларды сипаттау қажет болған кезде мәселе күрделене түседі. Сондықтан да топырақ пен су сынамаларының уыттылығын экспресс - тесттер құрастыру арқылы жасау тиімді тәсіл болып табылады. Топырақтың жалпы мазмұны оның уытты әсерлерімен сирек байланысты, өйткені биожетімділігі өте маңызды. Сонымен қатар, топырақтың жұмыс істеуі биологиялық процестермен байланысты. Сондықтан аналитикалық химиялық тәсілдерді экотоксикологиялық зерттеулердің қолайлы, бірақ экономикалық негізделген жиынтығымен біріктіру тиімді.

Жеке қосылыстың немесе күрделі қоспаның уыттылығын анықтау үшін токсикологиялық биотесттер жүргізіледі. Экотоксикологиялық сынақтардың артықшылығы - олар әртүрлі қосылыстардың біріктірілген әсерлерін және олардың биожетімділігін, сондай-ақ метаболиттердің немесе ыдырау өнімдерінің әсерін түсіреді . Бұл өте маңызды, өйткені кейбір қосылыстар ішке қабылдағаннан кейін және ағзаға айналғаннан кейін улы болады. Осылайша, тек химиялық талдау дұрыс емес ұсыныстарға әкелуі мүмкін, бұл химиялық және экотоксикологиялық тәсілдерді біріктірудің маңыздылығын көрсетеді. Экспресс – тесттің маңыздылығы мен өзектілігі де осыда болып табылады.

Жауын құрттары топыраққа түсетін улы қосылыстардың тамаша биоиндикаторлары болып табылады, өйткені олар су пленкасымен жабылған және топырақ суымен және оның бүкіл беті арқылы ықтимал ластаушы заттармен тікелей әрекеттеседі. Сонымен қатар, олар омыртқасыздар биомассасының 90% құрайды және популяция тығыздығына бір шаршы метрге 500 адамға дейін жетуі мүмкін, бұл олардың органикалық заттардың минералдануы, құрылымы және топырақ құнарлылығы үшін орасан зор маңыздылығын көрсетеді. Жауын құрттарды қолдану топырақта тіршілік ететін организмдерге тікелей әсер етуі мүмкін. Қатты адсорбциялайтын немесе байланыстыратын заттар үшін топырақ бөлшектерімен қоректенетін топырақ организмдері ең өзекті болып табылады. Жауын құртының әртүрлі сынақтарынан аулақ болу сынағы өткір жауын құрты сынағына қарағанда сезімтал болып табылады. Сонымен қатар, топырақ қоспасының қоректік заттар айналымы мен топырақ құнарлылығының орталық құрамдас бөліктері болып табылатын органикалық заттардың ыдырауына және биологиялық белсенділікке әсерін көрсету үшін қоқыс дорбасы сынағы сияқты әртүрлі топырақ жұмысының сынақтарын жасауға болады. Топырақ организмдеріндегі сынақтар топырақтың қасиеттеріне қатысты жоғары өзгергіштікті көрсете алады, сондықтан мұндай сынақтарды стандарттау қажет болғандығы үшін экспресс - тесттер құрастыру тиімді.



## **2 Материалдар мен зерттеу әдістері**

### **2.1 Модельдік эксперименттерде су мен топырақтың интегралды уыттылығын анықтау үшін қысқа мерзімді микробтық скринингтік сынақтарды (КСТ) іріктеу**

Микробтық сынақ объектілері арқылы топырақ пен су үлгілерінің интегралды уыттылығын анықтау әдістерін әзірлеу. Жоғары организмдердің көмегімен топырақ пен су үлгілерінің интегралды уыттылығын бағалау әдістері белгілі. Сонымен, топырақты зерттеуде өсімдіктер кеңінен қолданылады, ал су-әртүрлі балдырлар. Алайда, қоршаған орта объектілерінің уыттылығын бағалау үшін тек жоғары организмдердің ғана емес, сонымен қатар микроорганизмдердің де реакциясын тіркеу қажет, өйткені су және топырақ ортасының күйін биотестеу мақсатында пайдаланған кезде олардың ерекше реакцияларын зерттеу өсімдіктер мен омыртқасыздардың реакцияларымен салыстырғанда бірқатар артықшылықтар бере алады. Өздеріңіз білетіндей, бактериялардың сыртқы факторларға реакциясы тез жүреді, өйткені олар тіршілік әрекетінің әртүрлі аспектілеріне – өсуге, химиялық элементтердің жинақталуына, метаболитикалық және физиологиялық процестердің белсенділігіне әсер етеді. Маңыздысы, микроорганизмдердің өсуі мен көбею процестерінің жоғары қарқындылығы, олардың өсуі мен метаболизмінің әртүрлі параметрлерін бағалаудың тиісті репродуктивті әдістері болған кезде, олардың жылдар бойы динамиканың өзгеруіне әсер ететін кез келген экологиялық фактордың әсеріне жауаптарын анықтауға мүмкіндік береді. Осыған байланысты, осындай микробтық биобъектілерді анықтауға және олардың әртүрлі ластану түрлеріне реакциясын сипаттайтын жақсы репродуктивті әдістерді әзірлеуге бағытталған зерттеулер су және топырақ ортасының экологиялық жағдайын бақылау үшін перспективалы болып табылады. Қоршаған ортаға әсер ететін факторлардың интегралды уыттылығын анықтауға бағытталған микробтық әдістердің негізінде микробтық метаболизмінің әртүрлі көрсеткіштерінің динамикасында тіркелу мүмкіндігі жатыр, мысалы: су және топырақ микроорганизмдерінің жалпы саны, әртүрлі экологиялық және физиологиялық топтарға жататын жекелеген түрлердің саны, олардың арақатынасы, сондай-ақ белгілі бір топтардың биохимиялық және физиологиялық ерекшеліктері микроорганизмдер.

Су мен топырақтың сапасын бағалауда жергілікті микробтық топтарды қолдану, олардың өмірлік көрсеткіштерін бақылау классикалық және кеңінен қолданылатын әдіс болып табылады. Бірақ әртүрлі токсиканттардың әсер ету дәрежесін бақылау үшін, қажет болған жағдайда қоршаған орта объектілерінің сапалық көрсеткіштерін бағалау үшін микроорганизмдердің жеке таксономиялық және жеке трофикалық топтары үшін топырақ пен судың микробтық популяцияларының құрамы мен құрылымының өзгеруі сияқты көрсеткіштерді бақылау қажет болады. Сонымен қатар, экологиялық биологтар микробтық топтардың тіршілік әрекетінің әртүрлі көрсеткіштерін

пайдаланады, мысалы, микроорганизмдердің өсу және динамикалық сипаттамалары, жеке физиологиялық және таксономиялық популяциялардың арақатынасы және т.б. сонымен қатар, ғылыми әдебиеттерде урбоэкожүйелер элементінің сыртқы ортасының күйінің өзгеруіне ең сезімтал ретінде микрофлора мен жоғары организмдерді кешенді бағалаудың тиімділігі егжей-тегжейлі сипатталған. Қоршаған орта объектілерін биомониторингте микроорганизмдерді пайдалану шартты түрде биоиндикациялық объектілер мен параметрлерді таңдау әдістемесімен ерекшеленетін екі түрге жатқызылуы мүмкін. Бірінші әдіс-микробтық фонның әртүрлі индикаторларының өзгеруін, олардың қоршаған ортаның сыртқы факторларының табиғи жағдайлардағы әсеріне реакциясын, сондай-ақ микробтар популяциясының ағымдағы бақылауын зерттеу. Сонымен қатар, табиғи объектілердің микробтық ландшафттарын бақылау кезінде әртүрлі экологиялық және физиологиялық топтардағы микроорганизмдердің жекелеген түрлерінің жалпы микробтық саны, популяция саны және биохимиялық ерекшеліктері, олардың арақатынасы сияқты әртүрлі сипаттамалар қолданылады. Екінші әдіске белгілі бір микроорганизмнің оқшауланған, таза зертханалық мәдениеті сынақ объектісінің рөлін атқаратын зерттеулер жатады: осы мәдениеттің өмірлік процестерінің көрсеткіштерінің өзгеруіне сәйкес экспериментатор топырақ пен судың уыттылығын да, белгілі бір ластаушының уыттылығы мен дәрежесін де бағалай алады. Табиғи объектілердің сапасын бағалау үшін табиғи микробиотаны қолдану, оның өмірлік параметрлерін бақылау дәстүрлі, кеңінен қолданылатын әдістемелік әдіс болып табылады, сондықтан көптеген ғылыми жарияланымдар осы әдістемелік тәсілге арналған. Ластаушы және зақымдайтын ластаушы заттардың кең ауқымының әсер ету дәрежесін бақылау мақсатында су мен топырақтың сапасын бағалау кезінде микробтық қауымдастықтардың жекелеген таксономиялық және жекелеген трофикалық топтары үшін табиғи объектілердің микробтық популяцияларының құрылымы мен құрамының өзгеруін ағымдағы бақылау пайдаланылады.

### 3 Нәтижелер мен талқылаулар

#### 3.1 Микробтық әртүрлілікті сынама алу арқылы анықтау

Зерттелетін аймақтың топырағы мен суындағы микробтық әртүрлілікті анықтау үшін сынама алу. Теңіз және өзен суының сынамалары келесі нүктелерде алынды: Ақтау өңірі бойынша: МАЭК өңдеуге дейінгі су, теңіз суы, ауыз су. Жаңаөзен өңірі бойынша: өңдеуге дейінгі су, артезиан суы. Атырау өңірі бойынша: "Ұлан" шаруашылығының су айдындары, Құлсары қаласының маңындағы су айдындары, "Исаев" шаруашылықтары, Индер ауданы. Топырақ сынамаларын алу бір-біріне қатысты болжамды әртүрлі техногендік жүктемесі бар аумақтарда (өнеркәсіптік кәсіпорындардың жұмыс аймағында, ең көп жүктелген көлік магистралінде, болжамды таза жерде) жүргізілді. Топырақ сынамасын талдау үшін келесі нүктелерде іріктелді: Маңғыстау өңірі, Атырау өңірі, Жаңаөзен өңірі. Атырау және Маңғыстау облыстарының топырақтарындағы микробтық әртүрлілікті зерттеу. Топырақ және су микроорганизмдерін анықтау бойынша зерттеулердің нәтижелері барлық сынама зерттеулерінде өміршең микроорганизмдер (кесте 1). Микроорганизмдердің сандық құрамын салыстыру кезінде оларды әр түрлі коректік ортада өсіру кезінде келесі ерекшеліктер анықталды:

-*MIA* және *TSA* ортасында бактериялар көп мөлшерде, басқа ортада аз мөлшерде табылды

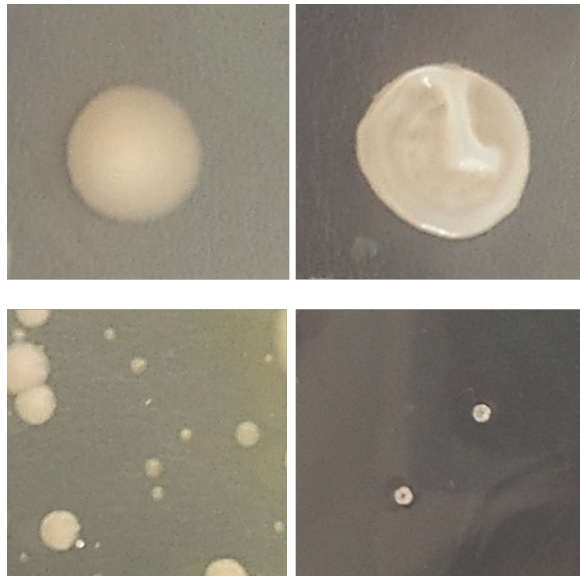
-судың әр түрлі сынамаларындағы микроорганизмдердің саны  $10^2$ -нен  $10^5$ - дейін ЖМС/г-ға дейін өзгерді

-бактериялардың ең көп саны Индер ауданы "Исаев" шаруашылығынан алынған су сынамасындағы *MIA* ортасы-зерттелген су сынамаларының үш түрінің ішінде гетеротрофты бактериялармен ең аз қаныққан "Ұлан" шаруашылығының су қоймасынан алынған су болып шықты.

Микроорганизмдердің таксономиялық топтары	Сынама алу орны	
	Ақтау өңірі бойынша	Атырау өңірі бойынша
Бактериялар	$2,7 \times 10^4$	$9,1 \times 10^4$
Саңырауқұлақтар	$1,3 \times 10^2$	$6,2 \times 10^2$
Ашытқылар	$3,5 \times 10^4$	$5,1 \times 10^4$

Кесте 1 - топырақ үлгілеріндегі микроорганизмдердің әртүрлі топтарының саны (ЖМС/г топырақ)

Микроорганизмдер арасында гетеротрофты грамм-оң және грамм-теріс бактериялар (*TSA*) басым болды. Бұл бактериялардың салыстырмалы түрде жоғары мөлшері Атырау өңірінен алынған топырақ сынамасында да кездеседі (сурет 1)

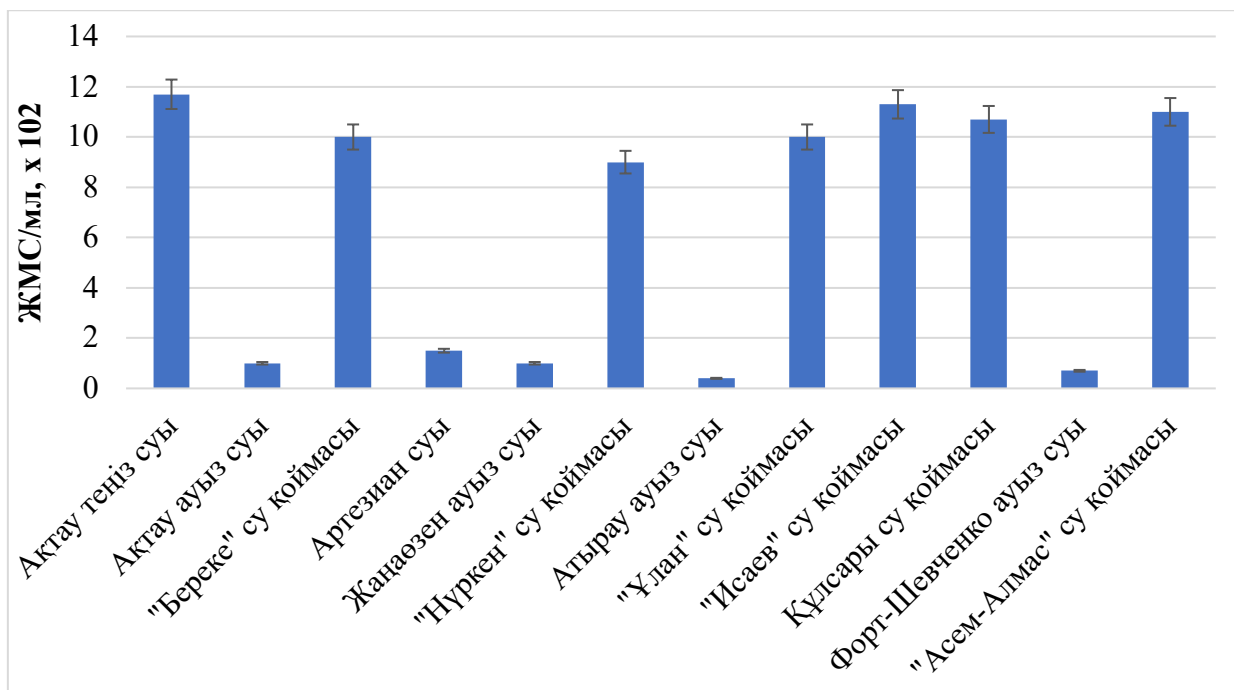


Сурет 1 - TSA ортасындағы микроорганизмдердің басым колониялары

Гетеротрофты және олиготрофты бактериялардың санын зерттеумен қатар, *SDA* ортасында ашытқылар мен саңырауқұлақтардың көптігін зерттеу де жүргізілді. Бұл микроорганизмдердің саны орташа – Құлсары қаласының маңындағы су айдынының сынамаларында  $7,1 \times 10^2$ , Индер ауданының "Исаев" шаруашылығының сынамаларында  $3 \times 10^2$  –нен  $5 \times 10^3$ -не дейін және "Ұлан" шаруашылығының су айдынының сынамаларында  $2 \times 10^3$  ЖМС/мл болды. *Ento agar* ортасындағы энтеробактерияларды анықтау барлық зерттелетін су үлгілерінде  $1,3 \times 10^2$ -ден  $3,5 \times 10^3$  ЖМС/мл-ге дейін болатынын көрсетті. Энтеробактериялардың ең көп саны Құлсары қаласының маңындағы су айдынының сынамаларында кездеседі.

Бактериялық топтар үшін мөлшердің шартты критерийі ретінде 1 г субстратқа кемінде 1 миллион жасушаның мөлшері қабылданды және тек осы санмен олар негізгі экологиялық мәнге ие бола алады. Ашытқылар мен саңырауқұлақтар үшін бұл мән 1 г - ға 10 мыңды құрайды [29]. Алайда, біз зерттейтін топырақта бактериялардың саны  $10^4$  ЖМС/г аспады, бұл зерттелетін аймақтағы бактериялық ландшафттың сандық және сапалық құрамы жағынан салыстырмалы түрде нашар екенін көрсетеді. Бұл өз кезегінде топырақ экожүйелерінің табиғи өзін-өзі тазарту процестеріне теріс әсер етуі мүмкін.

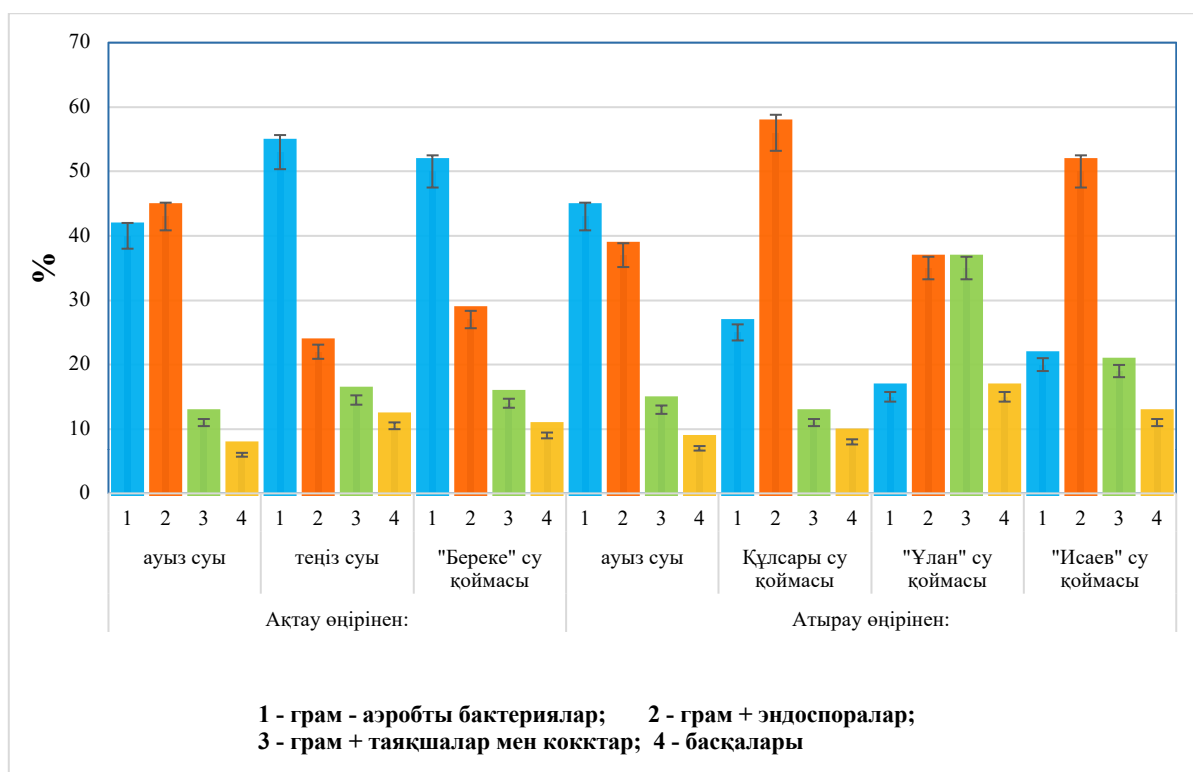
Атырау және Ақтау облыстарының су сынамаларындағы микробтық әртүрлілікті зерттеу. Маңғыстау және Атырау облыстары бойынша су сынамаларындағы сапрофитті бактериялардың санына жүргізілген зерттеулер бұл көрсеткіштің шамасы  $1 \times 10^1$ -нен  $12 \times 10^2$  ЖМС/мл-ге дейін ауытқығанын көрсетті (сурет 2)



Сурет 2 - су сынамаларындағы сапрофитті микроорганизмдер санының динамикасы (ЖМС/мл)

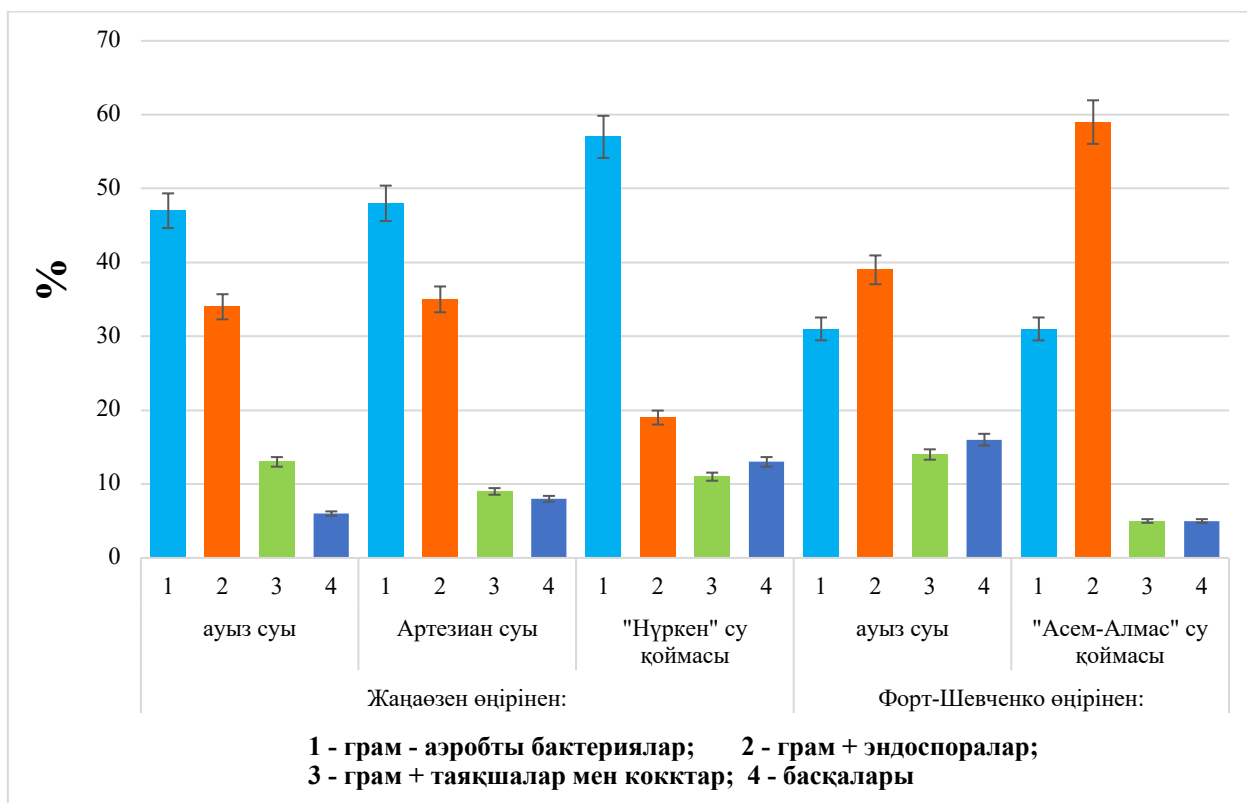
МАЭК өңдеуге дейінгі су сынамаларында микроорганизмдердің жалпы саны  $12,4 \times 10^2$  ЖМС/мл-ге жетті, ал Ақтау қаласының ауыз суында бұл көрсеткіш  $0,2 \times 10^2$  ЖМС/мл-ге жетті. Жаңаөзен аймағының артезиан суында сапрофитті микроорганизмдердің жалпы саны 0,1 ЖМС/мл-ден аспады. Атырау өңірі бойынша микроорганизмдердің сапрофитті фонын бағалау нәтижелері олардың саны  $0,02 \times 10^2$  -ден  $11,3 \times 10^2$  ЖМС/мл-ге дейін. Қосымша *Pseudomonas* тұқымдасының өкілдерінің санына салыстырмалы зерттеулер жүргізілді. Сериялық сұйылту әдісінің деректері бойынша 1 мл-дегі бактериялардың жалпы саны ауыз су сынамаларында  $0,4 \times 10^2$  және МАЭК өңделгенге дейін Ақтау өңірінің суында  $2,2 \times 10^2$  жасуша/мл құрағаны көрсетілген.

Теңіз суында бұл тұқымның өкілдері табылған жоқ. Атырау өңірінің суындағы *Pseudomonas* тобының сандық құрамын зерттеу нәтижесінде осы топтағы бактериялардың саны  $0,1 \times 10^2$  жасуша/мл-ден аспағаны анықталды. Гидробиологиялық зерттеулердің нәтижелері Ақтау су экожүйелерінің биоценоздарына жоғары техногендік жүктемені растады. Мұны бентикалық популяциялардың төмен түрлілігі және сапрофитті бактериялардың басым дамуы көрсетеді. Біз Ақтау және Атырау өңірлерінің су сынамалары микроорганизмдерінің түрлік құрамын зерттедік (сурет 3). Ақтау өңірі бойынша ауыз су үшін грамтеріс бактериялардың (*Enterobacter*, *Proteus*, *Aeromonas*, *Chromobacterium*, *Flavobacterium*, *Alcaligenes*) саны - 40%; өңдеуге дейінгі су үшін - 50%, теңіз суы үшін - 57% құрайды. Ақтау өңірінің су сынамаларында грам оң бактериялардың (таяқшалар, кокктар және Эндоспоралар *Bacillus*, *Clostridium*, *Micrococcus*, *Enterococcus*) саны 45-53% құрады. Микроорганизмдердің қалған топтары шамамен 7-10% құрайды



Сурет 3 - су сынамаларындағы бактериялардың түрлік құрамы

Атырау және Ақтау облыстарының су үлгілерінің микрофлорасының микробтық санын зерттеу кезінде саңырауқұлақтар мен ашытқылар (*Mucor*, *Fusarium*) табылды, олардың саны  $1,2 \times 10^1$  және  $8 \times 10^2$  ЖМС/мл (сурет 4)



Сурет 4 - су сынамаларындағы саңырауқұлақтар мен ашытқының жалпы саны



### 3.2 Су мен топырақ сынамаларын алу

Антропогендік шығу тегінің негізгі ластағыштарын экспресс-индикациялау үшін іріктелген микробиологиялық әдістер негізінде қоршаған орта объектілерінің (су мен топырақтың) уыттылығын анықтау үшін экспресс-тест аккумуляторын жобалау мониторингтік учаскеге экспедиция (Маңғыстау облысы), Ақтау қ., Жаңаөзен қ., Форт - Шевченко нүктелерінде су мен топырақ сынамаларын алу.

Экспедиция Қазақстанның оңтүстік-батыс бөлігінде 2016 жылдың мамыр айының басында топырақтың әртүрлілігін, оларға тән рельефті, өсімдік типін көрсететін үш биотопта өткізілді. Топырақ сынамалары келесі нүктелерде алынды: Жаңаөзен өңірі, Ақтау өңірі, Форт-Шевченко. Микробиологиялық зерттеулерге арналған топырақ үлгілері топырақ горизонттарынан 1 (тереңдігі 0-ден 5 см-ге дейін) және 2 (тереңдігі 5-тен 25 см-ге дейін) "конверт" әдісіне сәйкес алынды. Сынамаларды іріктеу "микробиологиялық зерттеулер үшін топырақ үлгілерін іріктеу" және ГОСТ 14.4.4.02 жалпыға белгілі стандартты әдістемесі бойынша жүргізілді. -84., ГОСТ-29269-91. Топырақ жинау үшін топырақ бұрғылау, стерильді шпательдер мен контейнерлер қолданылды. Сынамалар келесідей алынды: алдымен жер бетін әртүрлі бөліктерден тазартты, содан кейін үлгілер стандартты тазартылған ботаникалық қазғышпен (шпательмен) алынды. Топырақ үлгілері стерильді контейнерлерге таза шпательмен орналастырылды және мұқият араластырылған жерде үлкен қоспалар мен механикалық қоспалардан босатылды. Сонымен қатар, дәптерге топырақ сынамасын алу орнының егжей-тегжейлі сипаттамасы, оның екілік нөмірі, іріктеу күні енгізілді. Сынамаларды іріктеу, сақтау және жеткізу әдістемесі оларды бөгде микроорганизмдермен жұқтыру мүмкіндігін болдырмады. Сондай-ақ, аталған кезеңде іріктелген бұлақтардан, тоғандардан және ауыз судан алынған су сынамалары осы жұмыстың материалы болды. Барлығы 6 сынама алынды, оның ішінде 3 - өзен суы, 3 - ауыз су. Су сынамалары келесі нүктелерде алынды: Жаңаөзен өңірі бойынша: "Нүркен" Ауыл шаруашылығы, Жаңаөзен қаласының су құбыры суы; Ақтау өңірі бойынша: "Береке" ауыл шаруашылығы, Ақтау қаласының су құбыры суы; Форт-Шевченко: "Әсем-Алмаз" Ауыл шаруашылығы, Форт-Шевченко су құбыры суы. Су сынамаларын алу көктемгі кезеңде "жер үсті және теңіз суларының сынамаларын алуға қойылатын жалпы талаптар" МЕМСТ 17.1.5.05-85 сәйкес жүргізілді. Теңіз, өзен және ағын су сынамалары стандартты батометрмен таза пластик және шыны ыдыстарға алынды.

Микробалдырлардың флуоресценциясын қолдана отырып, сынамалардың (су мен топырақтың) уыттылығын зерттеу. Жұмыста *Chlamydomonas reinhardtii* микробалдырларының көмегімен Батыс Қазақстан аймағында іріктелген су сынамаларының уыттылығына биологиялық бағалау жүргізілді. Бұл сынақ өндірістік зертханалар қолданатын физика-химиялық

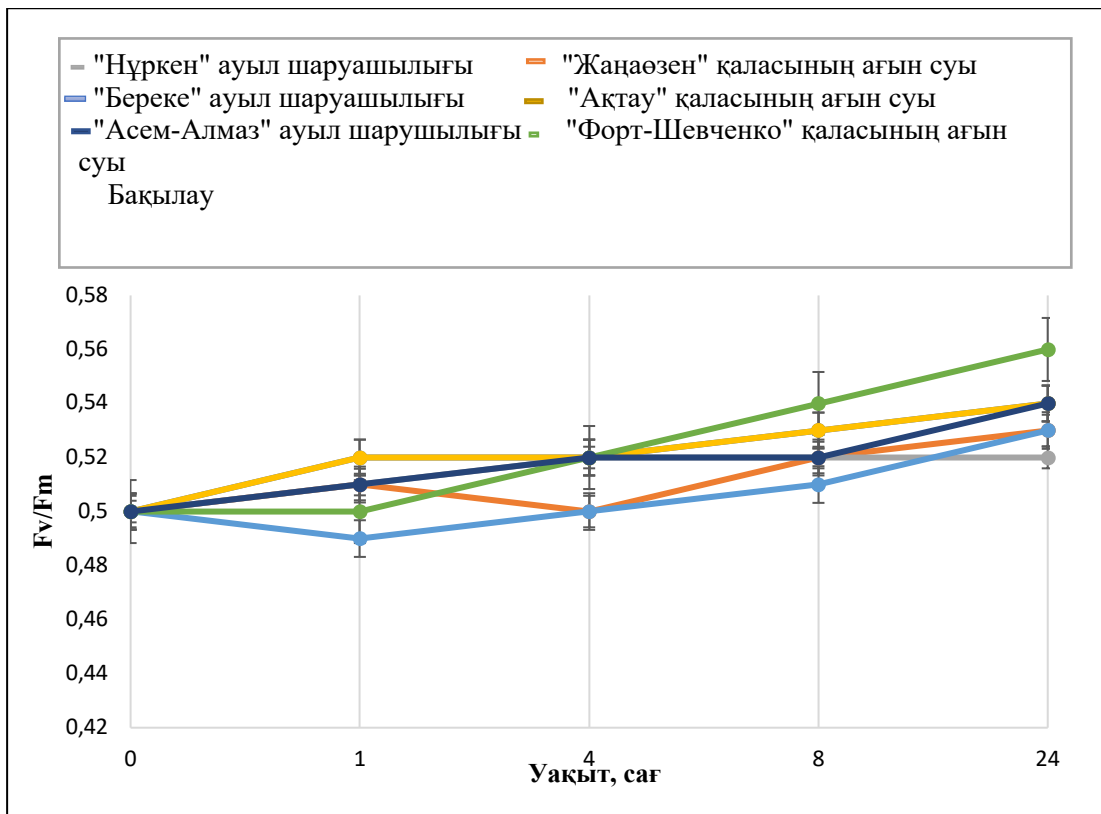
талдау әдістеріне карағанда судың уыттылығын толық тексеруге мүмкіндік береді.

Био-тестілеу, су токсикологиясы әдісі ретінде, әдетте улы ластануды реттеу немесе су экожүйелеріне рұқсат етілген жүктеме нормаларын жасау үшін қолданылады. Бұл жағдайда уыттылықтың негізгі критерийлері-құнарлылық, созылмалы тәжірибелердегі әртүрлі организмдердің өмір сүруі. Табиғи сулардың сапасы мен ағынды сулардың уыттылығын жедел бақылау жүйелерін ұйымдастыру қажеттілігіне байланысты биотестация үлкен маңызға ие болады және кеңінен қолданылады. Бұл жағдайда жедел биотесттер әртүрлі сипаттағы поллютанттарға жоғары сезімталдыққа ие болуы керек. Ең алдымен, бұл су объектілеріндегі негізгі өндірушілер және су экожүйелеріне жиі түсетін әртүрлі антропогендік ластанулар үшін ерекше экологиялық мақсаттар болып табылатын микробалдырлар. Сонымен қатар, организмдердегі уытты әсерге жауап беру үшін ең сезімтал процестерді таңдау қажет. Микробалдырлар үшін бұл ең алдымен фотосинтез. Фотосинтезді сынақ функциясы ретінде пайдаланудың артықшылығы оның көптеген ластаушы заттардың әсеріне жоғары сезімталдығына және биомониторингте хлорофилл флуоресценциясын өлшеу әдістерін қолдану мүмкіндігіне байланысты. Флуоресцентті әдістердің негізі фотосинтетикалық мембраналарда орналасқан хлорофилл балдырлар жасушаларының күйінің табиғи сенсоры ретінде қызмет етеді. Жарық жинайтын кешен сіңірген жарық квантының энергиясын фотосинтездің одан әрі реакцияларында қолданылатын немесе флуоресценция квантын шығару арқылы немесе жылуға шашырау арқылы жоғалған әртүрлі зарядтардың энергиясына айналдыруға болады. Фотосинтезді қанықтыратын қоздырғыш жарықта  $[F_m]$  және фотосинтетикалық аппарат күйінің өзгеруіне әкелмейтін жағдайларда  $[F_o]$  хлорофилл флуоресценциясының қарқындылық қатынасын өлшеу бастапқы фотосинтез процестерінің тиімділігін анықтауға мүмкіндік береді (формула 2):

$$[F_m - F_o] / F_m = F_v / F_m. \quad (2)$$

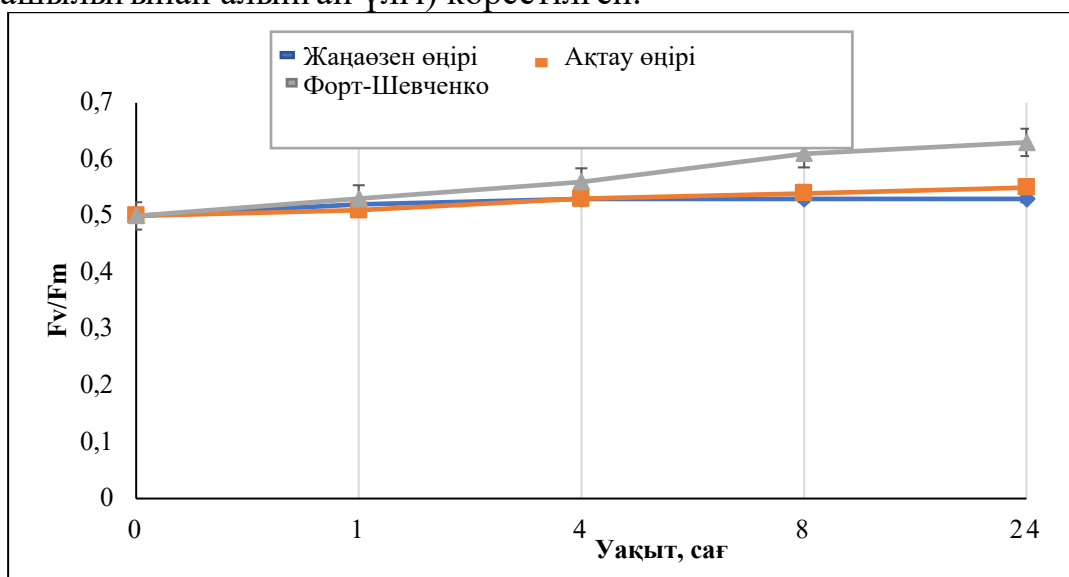
Осы шаманың өзгеруіне байланысты әр түрлі жағдайларда р680 электронды қоздыру энергиясының негізгі фотосинтетикалық қорының тиімділігін бағалауға болады. Оңтайлы жағдайда балдырларда  $F_v / F_m$  0,7 - ге жақын, ал токсиканттардың әсерінен ол азаяды. Өлі балдырларда  $F_v / F_m = 0$ .

Қазіргі уақытта бұл флуоресценция параметрі фотосинтетикалық аппараттың күйі мен тиімділігінің көрсеткіші ретінде іргелі және қолданбалы зерттеулерде кеңінен қолданылады. Бұл әдістің маңызды артықшылығы оның экспрессивтілігі мен жоғары сезімталдығы болып табылады, бұл микробалдырлар жасушаларының күйін токсиканттардың әсерінен олардың тіршілік ету ортасында нақты уақыт режимінде тез диагностикалауға мүмкіндік береді. Флуоресценция көрсеткіштерін өлшеудің жеделдігі ортада поллютанттардың пайда болуын ерте анықтау үшін ерекше маңызға ие (сурет 5).



Сурет 5 -су үлгілеріндегі *Chlamydomonas reinhardtii* жасуша суспензиясындағы флуоресценция параметрлерінің өзгеруі

Жүргізілген талдау хлорофилл флуоресценциясының жарық параметрлерінің пішіні өзгерген кезде су үлгілерінің әрекетін тіркеуге болатынын көрсетті *Chlamydomonas reinhardtii*. 24 сағат ішінде инкубация кезінде эксперименттік сынақтарда флуоресценция жылдамдығының шамалы төмендеуі байқалды. 6-суретте барлық сынамалар FV/Fm көрсеткішіне әлдеқайда аз уытты әсер етпейтіні немесе әсер етпейтіні ("Береке" ауыл шаруашылығынан алынған үлгі) көрсетілген.

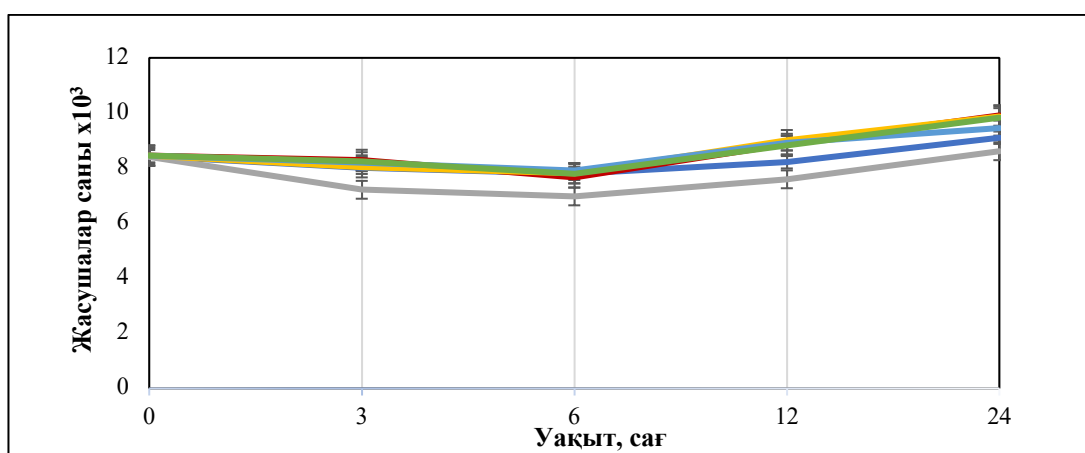


Сурет 6 -топырақ үлгілеріндегі *Chlamydomonas reinhardtii* жасуша суспензиясындағы флуоресценция параметрлерінің өзгеруі

### 3.3 Су мен топырақ сынамаларын талдау

Топырақ сынамаларын қолдану арқылы алынған нәтижелер микробалдырларда 24 сағат бойы инкубация кезінде қарқынды флуоресценция жолағы бар екенін көрсетті (сурет 6). Осылайша, жоғарыда айтылғандарға сүйене отырып, топырақ үлгілері 5 мг/л концентрациядағы фотосинтетикалық потенциалға әсер етпейді деген қорытынды жасауға болады. Микробалдырлардың дамуының маңызды көрсеткіштерінің бірі-олардың саны мен биомассасы сияқты сандық сипаттамалары. Осы мәліметтер негізінде су сапасының класы анықталады. Ластанған судағы *Chlamydomonas reinhardtii* өмір сүру деңгейі мен өсу қарқынын биотестеу әдісі ISO 14000 халықаралық стандарттарына енгізілген. *Chlamydomonas reinhardtii*-зертханалық жағдайда оңай өсіріледі, микробтардың ластануына төзімді, әртүрлі поллютанттардың әсеріне сезімтал. Хаттамаға сәйкес *Chlamydomonas reinhardtii* көмегімен су үлгілерін биотестеу үшін қоректік ортада 24 сағат бойы өсіру кезінде жасушалардағы хлорофиллдің өмір сүру көрсеткіштерінің, санының, құрамының өзгеруіне негізделген сынақ реакциялары пайдаланылды.

Судың сапасын анықтау әдісі микробалдырлардың келесі сынақ реакцияларына негізделген: жасушалар санының өзгеруі және олардың морфологиялық белгілері, тірі жасушаларды есепке алу (сурет 7). Бұл параметрлер ағынды сулар мен табиғи сулардың мөлшерін анықтауға негіз бола алады.



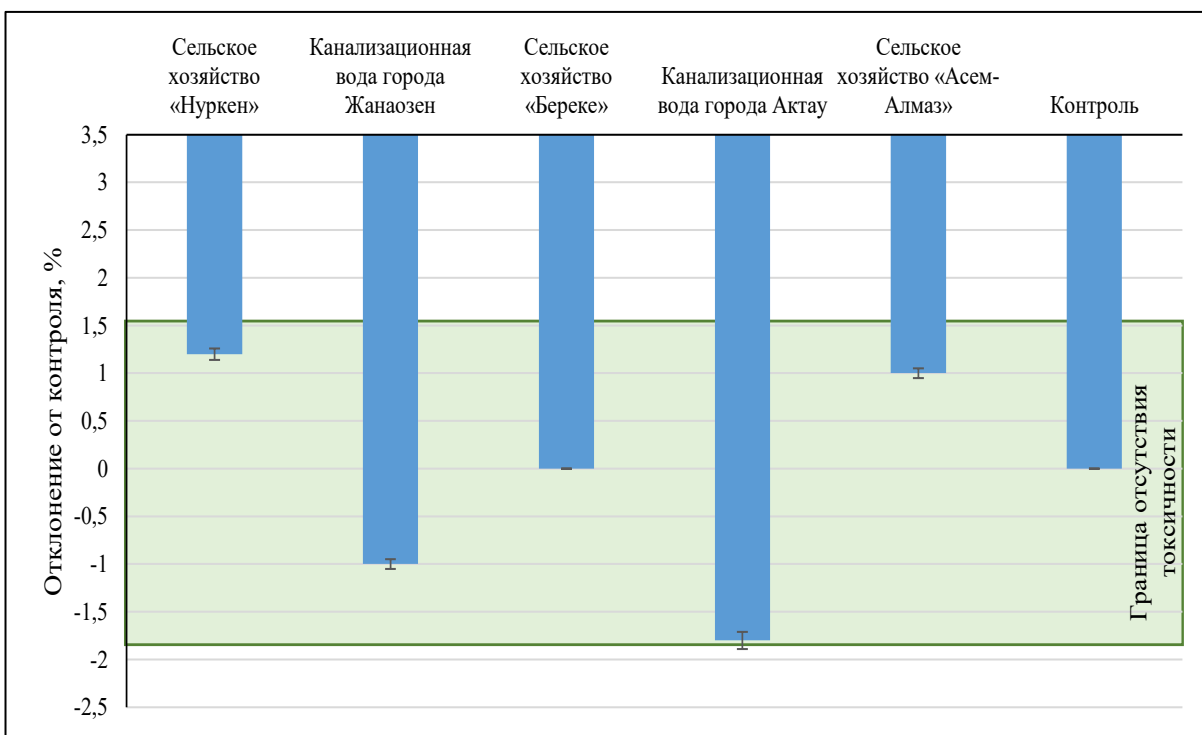
Сурет 7 - топырақ үлгілеріндегі *Chlamydomonas reinhardtii* биомассасының өзгеруі

Нәтижелер барлық үлгілердегі микробалдырлардың саны 24 сағат ішінде 8,1-ден 9,7  $\times 10^3$  – не дейін өзгергенін көрсетті. 3 сағаттан кейін үлгілердегі жасушалар саны азаяды, бұл организмнің жаңа тіршілік ету ортасына бейімделуін көрсетеді. Ең аз саны *Chlamydomonas reinhardtii* "Береке" ауыл шаруашылығынан алынған сынамада табылды, олардың саны 6 сағаттан кейін 6,9 мың кл./л. құрады. Әрі қарай бейімделу кезінде жасушалар саны қалпына

келеді және өсе бастайды. 24 сағаттан кейін Форт-Шевченко қаласының кәріз суынан алынған сынамадағы микробалдырлардың саны 9,7 мың кл./л құрайды, сондай-ақ Ақтау және Жаңаөзен қаласының кәріз суларының сынамаларында фитопланктондар басым болды. Басқа сынамалардағы бір жасушалы балдырлардың саны ("Береке", "Әсем-Алмаз" және "Нұркен" ауыл шаруашылықтары) 8,7-ден 9,1 мың кл./л-ге дейін ауытқып отырды. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, ауыл шаруашылығынан алынған суды орташа ластанған деп жіктеуге болады деген қорытынды жасауға болады. Қоршаған орта объектілерінің (су мен топырақтың) уыттылығын анықтау үшін микробалдырларға негізделген жедел сынақ батареясын жобалау. Үнемі өсіп келе жатқан антропогендік фактор қоршаған ортаның құрамдас бөліктерінің бірі ретінде сыртқы объектілердің (су мен топырақтың) сапасын анықтаудың жаңа әдістерін құруды және бұрыннан бар әдістерді оңтайландыруды ынталандырады. Жеке улы заттар мен қосылыстардың химиялық-физикалық анықтамасына негізделген топырақ пен судың күйін бағалаудың заманауи жүйесі поллютанттардың барлық спектрін қамтымайды. Сонымен қатар, мұндай талдаулар күрделі, қымбат және әр түрлі сипаттағы факторлардың кешенді әсерін бағалауда әрдайым тиімді бола бермейді. Бұл мәселеден шығудың ықтимал жолы био-тестілеуді токсиканттардың жалпы әсерінің әсерін бағалау әдісі ретінде пайдалану болуы мүмкін.

Сонымен қатар, қоршаған орта объектілерін абorigендік био-тестілеу әдістерімен бағалау жедел және тиімді, сондықтан оны ластанудың жасырын көздерін анықтау және оқшаулау үшін биотест ретінде пайдалануға болады. Осыған байланысты микробалдырлар мен омыртқасыз сынақ организмдері табиғи қызығушылық тудырады. Бұл организмдердің сыртқы факторларға реакциясы тез жүреді. Олар өте сезімтал және өмірдің әртүрлі аспектілеріне қатысты. Біз Форт-Шевченко қаласының зерттелген су сынамаcынан *Chlorella spp* абorigендік штаммын бөліп алдық, ол әрі қарай бақылау сынақтарында тест-организм ретінде пайдаланылды.

Өздеріңіз білетіндей, органикалық заттардың көп мөлшерімен хлорелла автотрофтыдан гетеротрофты қоректену түріне ауысады, бұл жасуша үшін жасыл балдырлар энергетикалық тұрғыдан тиімдірек, өйткені органикалық қосылыстар жеуге дайын. Мұндай процестер су экожүйелерінің эвтрофикациясына әкеледі. *Chlorella spp* сынақ объектісі бойынша су сынамаларын биотестеу үшін. 5 нұсқа алынды ("Нұркен" Ауыл шаруашылығы, Жаңаөзен қаласының су құбыры суы, "Береке" ауыл шаруашылығы, Ақтау қаласының су құбыры суы, "Әсем-Алмаз" ауыл шаруашылығы). Бақылау нұсқасы Форт-Шевченко қаласынан алынған су үлгісі болды. Жасыл микробалдырлардың оптикалық сипаттамаларының динамикасы бойынша табиғи және ағынды сулар сынақ дақылының өсу қарқынын сақтай отырып, бүкіл зерттеу кезеңінде жедел уытты әсер етпеді. Тәжірибелік нұсқалардағы оптикалық тығыздық мәндерінің бақылаудан пайыздық ауытқуы уыттылықтың болмау диапазонына кірді 20% (сурет 8)



Сурет 8 - *Chlorella spp* оптикалық тығыздығының пайыздық ауытқуы. Су үлгілеріндегі бақылау тәжірибесінде.

Су мен топырақ сынамаларын токсикологиялық бағалау үшін әр түрлі жағдайлар мен жағдайларда биоиндикацияның қол жетімділігі талаптарына сәйкес келетін бірыңғай биотестті қолданған жөн. Сонымен қатар, осы мақсатта қолданылатын сынақ объектісі улы заттардың үлкен спектрінің әсеріне өте сезімтал болуы керек. Аталған талаптарға дафнияны қолдануға негізделген әдіс жауап береді. Бұл биоиндикаторлардың кең таралу аймағы бар, бұл оларды су ортасының уыттылығын бағалау кезінде стандартталған сынақ нысандары ретінде пайдалануға мүмкіндік береді (ISO 6341, 1982 стандарттары). Дафния тұқымдасының тармақталған шаян тәрізділерінің әртүрлі түрлері халықаралық тәжірибеде су токсикологиясында кеңінен қолданылады.

Зоопланктонның өкілдері ретінде дафния су экожүйесінде үлкен маңызға ие. Бұл түрдің өкілдері басқа биоиндикаторлармен салыстырғанда бірқатар артықшылықтарға ие - олар жыл бойы зертханалық жағдайда өсіріледі, бірегей қысқа биологиялық циклге ие, бұл бірқатар ұрпақтарда уытты әсерді байқауға мүмкіндік береді, сонымен қатар осы сынақ организмнің ең маңызды сапасы олардың әртүрлі поллютанттардың әсеріне жауап берудің жеткілікті үлкен спектрі болып табылады. Бұл әдіс жеке химиялық заттардың уыттылығын анықтау үшін биотестингте де кеңінен қолданылады. Дафнияны қолдана отырып, биоиндикация әдісіне бірқатар өзгерістер мен модификациялар жасау, оны әртүрлі табиғи және ағынды сулардың уыттылығын бақылауда қолдану мәселелері көптеген жұмыстарға арналған [30].

Биоиндикацияда осы тест-ағзаны қолданған кезде дафния жағдайының әртүрлі көрсеткіштері поллютанттардың әсерінен жазылуы мүмкін. Олардың



негізгілері: өткір эксперименттерде (*acute toxicity*) - өлім уақыты, созылмалы - өмір сүру және ұрпақты көбейту қабілеті (Кесте 2).

2-кесте-сыналған су сынамаларын талдау нәтижелерін бағалау

Биотестер леудің	Су сынамалары	Биотестілеу нәтижелері	Сыналған судың сипаттамасы
1 сағатқа дейін	"Нұркен" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	Жаңаөзен қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	"Береке" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	Ақтау қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	"Әсем-Алмаз" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	Форт-Шевченко ағын суы	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
	Бақылау	Өзгеріссіз	Ешқандай әсер етпейді
24 сағатқа дейін	"Нұркен" ауыл шаруашылығы	Дафнияның өлімі 10%ды құрайды	Әлсіз уытты әсерге ие
	Жаңаөзен қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	"Береке" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Ақтау қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	"Әсем-Алмаз" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Форт-Шевченко ағын суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Бақылау	Дафния саны 10%ға өсті	Уытты әсер етпейді
48 сағатқа дейін	"Нұркен" ауыл шаруашылығы	Дафнияның өлімі 30%ды құрайды	Әлсіз уытты әсерге ие
	Жаңаөзен қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	"Береке" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Ақтау қаласының су құбырының суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	"Әсем-Алмаз" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді

	Форт-Шевченко ағын суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Бақылау	Дафния саны 25% өсті	Уытты әсер етпейді
96 сағатқа дейін	"Нұркен" ауыл шаруашылығы	Дафния өлімі 50%	Ол жоғары өлімге әкелетін уытты әсерге ие
	Жаңаөзен қаласының су құбырының суы	Дафния саны 15%	Уытты әсер етпейді
	"Береке" ауыл шаруашылығы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Ақтау қаласының су құбырының суы	Дафния саны 10%	Уытты әсер етпейді
	"Әсем-Алмаз" ауыл шаруашылығы	Дафния өлімі 10%	Әлсіз уытты әсерге ие
	Форт-Шевченко ағын суы	Өзгеріссіз	Орташа әсер етеді
	Бақылау	Дафния саны 50%	Уытты әсер етпейді

Табиғи және ауыз сулардың уыттылығын бағалау кезінде дафнияға негізделген тестті қолдану талдауы талдау үшін алынған су сынамалары жанама немесе жедел уытты әсер етпейтінін көрсетті. Каспийдің қазақстандық бөлігіндегі халықтың денсаулығы үшін ықтимал экологиялық және генетикалық тәуекелдерді бағалауды жүргізу. Сыртқы орта объектілерінің уыттылығын бағалау үшін ұсынылған жедел сынақ батареясын пайдалану бойынша ұсыныстарды әзірлеу. Каспийдің қазақстандық бөлігінің сыртқы орта факторларының өсімдіктер мен жануарлар дүниесі өкілдеріне теріс әсерін азайту жөніндегі іс-шараларды әзірлеу. Өздеріңіз білетіндей, арнайы әдебиеттерде су мен топырақты бағалау кезінде микроорганизмдердің жасушаларын пайдалану туралы ақпаратты биоиндикациялық объектілер мен параметрлерді таңдау әдісімен ерекшеленетін екі тәсілге жатқызуға болады. Бірінші әдістемелік бағыт микробтық фондардың әртүрлі дәрежелері мен көрсеткіштерінің өзгеруін, олардың табиғи жағдайдағы қоршаған орта факторларының әсеріне реакциясын, сондай-ақ қоршаған орта объектілерінің микробтық биотасының ағымдағы болжамында зерттеу болып табылады. Сонымен қатар, модельдік зерттеулерде де, табиғи объектілердің микробтық биотасын бақылауда да әртүрлі параметрлер мен сипаттамалар қолданылады, мысалы, қоршаған орта объектілерінің микроорганизмдерінің жалпы микробтық саны, белгілі бір түрлер топтарының саны, әртүрлі экологиялық және физиологиялық топтар, олардың ұқсастығы мен коэффициенті, сонымен қатар микроорганизмдердің белгілі бір популяцияларының морфологиялық және биохимиялық ерекшеліктері.

Екінші тәсілге тест-индикатордың ролін кейіннен зерттелетін субстратқа енгізілген белгілі бір микроорганизмнің жеке, әдетте таза мәдениеті орындайтын зерттеулерді жатқызу керек; оның өмірлік көрсеткіштерінің модификациясы бойынша субстраттың нақты уыттылығы немесе қандай да бір объектінің уытты қасиеттерін, оның уыттылық дәрежесін зерттеген жағдайда қарастырылады [4-6].

### 3.4 Су сынамаларын бағалау

Қоршаған орта объектілерінің сапасын бағалауда табиғи микробтық топтарды пайдалану, олардың тіршілік әрекетінің сипаттамалары мен параметрлерін қадағалау дәстүрлі, кеңінен қолданылатын әдіс болып табылады; осы себепті арнайы ғылыми әдебиеттердің көпшілігі дәл осы әдістемелік тәсілді практикалық іске асыруға арналған.

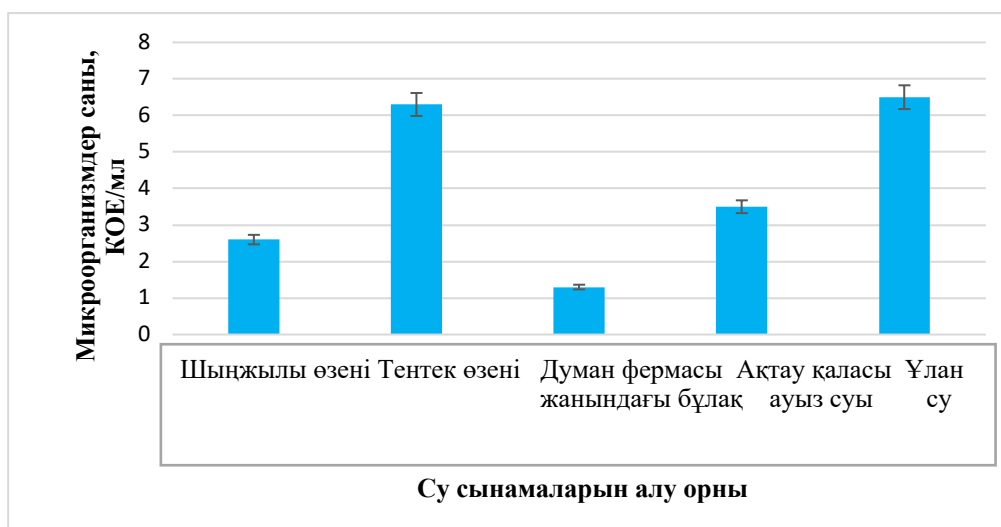
Әр түрлі ластаушы заттардың-ластаушы заттардың әсер ету дәрежесін бақылау мақсатында қоршаған орта объектілерінің сапасын бағалау кезінде микроорганизмдердің жеке таксономиялық және жеке трофикалық қауымдастықтары үшін микробтық популяциялардың құрамы мен құрылымының өзгеруін бақылау қолданылады. Сонымен қатар, мамандар микробтық топтардың тіршілік әрекетінің әртүрлі сипаттамаларын пайдаланады және ең кең таралғандардың бірі - өсу параметрлері; оған микробтық топтардың динамикалық параметрлері және жеке физиологиялық, таксономиялық және экологиялық популяциялардың арақатынасы да кіруі мүмкін. Қоршаған орта объектілеріне ауыр металдар сияқты улы контаминанттар енген кезде микробтардың жалпы биомассасы, сондай-ақ жекелеген таксономиялық, физиологиялық және экологиялық қауымдастықтардың саны азаяды. Бұл жағдайда бактериялар мен актиномицеттердің кейбір түрлері ең жоғары сезімталдыққа ие. Микроскопиялық саңырауқұлақтар ауыр металдардың үлкен концентрациясына ең тұрақты.

Зерттеуге қойылған мақсатқа сәйкес, Алматы облысы, Үшарал қаласының бірқатар техногендік және табиғи топырақтарының жиынтық уыттылығы көрсеткішінің аумақтық бөлінуін зерттеді, жиынтық ластану көрсеткіші *Bacillus subtilis* бактерияларының тест-реакциясы бойынша анықталды.Талдау материалы топырақ пен су үлгілері болды. Материалды іріктеу Алматы облысы Алакөл ауданының Үшарал қаласының аумағында жүргізілді. Бұл аймақ Прикаспийдің климаттық-географиялық жағдайына сәйкес келетін бақылау учаскесі ретінде таңдалды. Сондай-ақ, тәжірибелік нұсқалар үшін сынамаларды іріктеу Батыс Қазақстан аумақтарында бір-біріне қатысты әртүрлі, техногендік жүктемемен (Ақтау қ., Жаңаөзен қ. және Форт-Шевченко қ.) жүргізілді. Әр түрлі географиялық нүктелерден барлығы 20 топырақ үлгісі іріктеліп, талданды. Сынамаларды іріктеу бір-біріне қарама-қарсы, урбанизациялық жүктемесі бар аумақтарда және болжамды таза, "эталондық" жерде жүргізілді. Әрбір зерттелетін нүктеде ауданы 10 м<sup>2</sup> болатын ландшафт үшін ең типтік орын таңдалды. Сынамаларды іріктеу "конверт" әдісі бойынша (ГОСТ 14.4.4.02-84), топырақ горизонттарынан стандартты стерильді шпатель көмегімен жүргізілді. 5 нүктенің әрқайсысында таңдалған топырақ үлгілері қоқысқа (пергамент) ауыстырылды, онда олар мұқият араластырылып, ірі механикалық бөлшектерден босатылды. Бастапқыда өңделген үлгі, салмағы шамамен 300 г, полиэтилен пакетке

салынған, таңдалған күні, орны және реттік нөмірі көрсетілген жапсырмамен жабдықталған. Осылайша жиналған үлгілер одан әрі өңдеу орнына жеткізілді.

Су сынамаларының санитарлық жай-күйін бағалау үшін су құбыры желісінен және мынадай су айдындарынан: Шынжылы өзені, Үшарал қ., Тентек өзені, Үшарал қ., "Думан" шаруашылығына дейінгі жолдағы бұлақ, Алакөл ауданы, Ақтау қ. ауыз су, "Ұлан" шаруашылығының су қоймасы, Маңғыстау облысы алынды. Микробиологиялық зерттеулер үшін су сынамаларын алу ұн 4.2.671-97, СанПиН 2.3.4.050-96 әдістемелік нұсқауларына сәйкес жүзеге асырылды. Су сынамасы стерильді ыдысқа стерильділік ережелерін сақтай отырып, таза батометрлермен іріктелді. Толтырғаннан кейін контейнер герметикалықты қамтамасыз ететін стерильді тығынмен жабылды. Анықталған параметрлерге байланысты әр үлгіден микроорганизмдер үшін өсіру және қоректік ортаға себу үшін бір немесе бірнеше сынама алынды. Егіске арналған сынама су үлгісін ашқаннан кейін бірден көлемді әдіспен іріктелді. Аутопсия сынамалардың микроорганизмдермен ластануын болдырмайтын асептикалық жағдайларда жүргізілді. Су қоймаларының, ағынды сулардың және ауыз судың микробиологиялық талдаулары үш рет қайталанды.

Ауыз судағы микробтардың жалпы санын анықтау ГОСТ 18963-73 және ауыз суды санитарлық талдау әдістеріне сәйкес жүргізілді 4.2.671-97. Пайдалануға арналған судағы жалпы микробтық СанПиН 2.3.4.050-96 сәйкес 22°C және 37°C өсіру температурасында талданды. Шаруашылық-ауыз сумен қамтамасыз ету ГОСТ 29183-91 талаптарына сәйкес анықталды. Сынамалардағы сапрофитті бактериялар санының динамикасына жүргізілген талдаулар КҚҚ жалпы саны  $1,3 \times 10^3$ -тен  $6,5 \times 10^3$  ЖМС /мл-ге дейінгі бірнеше сапробтық аймақтарды анықтады (сурет 9)



Сурет 9 -әр түрлі топырақтағы сапрофитті бактериялар санының динамикасы

Су объектілерін гидробиологиялық мониторингтеу кезінде культурасы бар сұйық және қатты қоректік ортаға себу әдісін қолдана отырып, кешенді тәсілді қолдану қажет. Микробиологиялық зерттеулердің нәтижелері Батыс

Қазақстанның биоценоздарына, атап айтқанда Ақтау қаласының су айдындарына жоғары антропогендік жүктемені растады. Мұны микробтық қауымдастықтардың түрлердің төмен әртүрлілігі, белгілі бір бактериялардың айқын үстемдігі, сондай-ақ сапро-фитнес микрофлорасының жаппай дамуы көрсетеді. Микробтық сынақ объектілерінің оқшауланған дақылдарын пайдалана отырып, қоршаған орта объектілерінің сапасын анықтауға арналған заманауи зерттеулерде келесі әдістер қолданылады. Бактериялық сынақ жүйелерінің микробтық люминесценциясының қарқындылығын өзгерту үшін су мен топырақтың сапасын тұжырымдау әдісі ерекше назар аударуға тұрарлық. Осы әдістердің негізінде қолданылатын микробтық люминесценция процесі өте сезімтал, ал оның қарқындылығының сыртқы шартты өзгеруін эксперименталды түрде оңай анықтауға болады. Сонымен қатар, мұндай сынақ әдістерін қолдану оңай, жедел және салыстырмалы түрде арзан, бұл олардың экологиялық зерттеулерде кеңінен қолданылуын анықтайды. Сондай-ақ ұсынылған әдістер деңгейінде әлі іске асырылмаған топырақ сапасын микробиологиялық бақылаудың бірқатар әдістері бар. Көрсетілгендей, қоршаған орта объектілерінің сапасын және ықтимал токсиканттардың уыттылық дәрежесін анықтау үшін микробтық сынақ объектілерін құру микробтардың нақты түрлерінің, микроорганизмдердің әртүрлі физиологиялық және экологиялық популяцияларының жауап беру ерекшеліктерін ескере отырып, әртүрлі бағыттарда жүргізіледі. Бұл ретте сарапшылар биотесттерді әзірлеуге қоятын бірқатар міндетті талаптарды бөліп көрсетуге болады. Біріншіден, биологиялық сынақ объектісінің болуы оның қоршаған орта факторларының әсерінен өзгермейтін белгілі бір микробтың генетикалық таза мәдениеті болуы керек дегенді білдіреді. Осылайша, талдаудың объективтілігі ғана емес, сонымен қатар әртүрлі жерлерде жүргізілген эксперименттердің сенімді салыстырылуы қамтамасыз етіледі. Екіншіден, зерттеушілердің көпшілігі қоршаған орта объектілерінің сапасына объективті бағалау жүргізу қиын екендігімен келіседі, оны тек бір биотест объектісінің реакциясы арқылы анықтайды. Бұл жағдайда "батареялар" деп аталатындарды - бүкіл жиынтықтарды, әртүрлі биологиялық сынақ объектілерінің топтарын және төменгі және жоғары организмдерге қатысты сынақ процестерін пайдалану ұсынылады. Осы жазбаларды ескере отырып, осы зерттеуді орындау үшін биоиндикаторларды таңдауға қойылатын талаптардың спектрі анықталды. Іске асырылған, оларды қолдана отырып, су және топырақ ортасының жай-күйін бақылау құралдары тиімді, әртүрлі сыртқы әсерлерге сезімтал және биоиндикаторларды өсіруді және алынған нәтижелерді түсіндіруді көздейтін қолдануға оңай болуы керек.

*Bacillus subtilis* бактерияларының көмегімен су топырақ сынамаларының уыттылық индексын айқындауды жүргізу.

Бактериялардың бактериялық индикаторы ретінде таңдау *bac.subtilis* келесі сипаттамаларға негізделген:

1. Сапрофитті споралы оттегі *Bacillus subtilis*-экологиясы мен физиологиясы жақсы зерттелген бактериялар.

2. *Bacillus* тобының бактериялары топырақта әртүрлі субстраттардағы суда кең таралған, топырақ микроб ценоздарының типтік өкілі.

3. Бактериялардың тест-реакциялары ретінде сіздің *Subtilis* өмірлік сипаттамаларының динамикасын зерттеу экотоксикологиялық салаларда тәжірибеде негізделген түрде қолданылады.

4. Сіз бактериялардың штамдары *bac. subtilis*-кең таралған мұражай дақылдары және оңай өсіріледі.

Тест-объектінің жұмыс мәдениетін дайындау.

Жұмыс мәдениеті. Жабық ампулада сақталған субтилис нұсқаулыққа сәйкес ашылып, бактериялық сорпаға ауыстырылды, содан кейін ол 24 сағат бойы инкубацияланды. 30°C температурада, содан кейін оны қоректік агар бар бірқатар шыныаяқтарға сорпадан стерильді түрде қайта себу жүргізілді, содан кейін 24 сағат 30°C температурада термостатталды. Коллония *bac.subtilis*.

Зерттеу жүргізу үшін бактериялардың үлкен массасын жинау қажеттілігіне байланысты күнделікті дақыл өсірілді. Ол үшін бактериялардың мәдениеті қоректік агары бар түтіктерге ауыстырылды және 30°C температурада 1 күн инкубацияланды. Алынған бактериялық суспензия тұзды ерітіндімен стерильді толтырылған түтікке ауыстырылды. Бактериялық суспензияның әр порциясын қолданғаннан кейін пробирка шайқалып, бактериялық суспензия алу үшін лайлану стандартымен салыстырылды. Таңдалған топырақ сынамалары топырақ суспензияларын алу үшін пайдаланылды. Алынған топырақ үлгілерінің суспензиялары уытты әсердің әсерін күшейту үшін 10 есе булану арқылы шоғырланған. Басқа қандай да бір микроорганизмдердің қоректік ортада даму мүмкіндігін болдырмау үшін *bac.subtilis*, концентрацияланған су-топырақ суспензиясы 1 атм және 121°C температурада 25 минут бойы зарарсыздандырылды. Бірқатар стерильді түтіктерге 3,5 мл зерттелетін топырақ суспензиялары (тәжірибелік нұсқаларда) немесе тұзды ерітінді (бақылау нұсқаларында) енгізіліп, бактериялық суспензияның 1 тамшысынан 0,2 мл стерильді тамшуымен қосылды; түтіктер 25 °C температурада 24 сағат инкубацияланды, содан кейін осы материалдың 1 мл-ден 9-дан тұратын бірқатар зертханалық түтіктерге енгізілді, мл тұзды ерітінді. Алынған материалдың 0,5 мл қоректік агары бар стерильді Петри табақтарына себілді. Кейінгі инкубация күні бойы 30 °C температурада жүргізілді. Содан кейін өскен колониялардың саны есептелді. Алынған мәліметтерді өңдеу формула (3) бойынша жүргізілді:

$$X = (A + B + C) / 3 \times R \times 700, \quad (3)$$

мұндағы: x-сұйылтуды есепке алмай, суспензияға ұшыраған кезде бүкіл себу бетіндегі бактериялар колонияларының саны; А, В, С - әрқайсысының ауданы 1 шаршы см болатын учаскелердегі ЖМС - ның есептелген саны; R - Петри табақшасының бетінің ауданы; 700-сұйылту коэффициенті. Тәжірибе 3 рет жүргізілді, содан кейін орташа мән есептелді.



Сынамалардың уыттылығы формула (4) бойынша анықталған микроорганизмдердің (P) өмір сүру пайызы бойынша бағаланды:

$$P=(B/B_0) \times 100, \quad (4)$$

мұндағы: B және B мәндері эксперименттік және бақылау нұсқаларындағы кейбір сынақ индикаторының санына сәйкес келді; бұл ретте P мәні зерттелетін субстрат неғұрлым аз уытты болса, формуласы (5) бойынша анықталған микроуыттылық индексі (X) бойынша да үлкен болады:

$$X= (B_0-B)/B_0 \quad (5)$$

Сонымен қатар, x индексінің абсолютті мәні қаншалықты көп болса, жоғары қызығушылық тудыратын субстрат улы болады. Екі көрсеткіш те зерттелген үлгілердің уыттылық индексін бірдей сипаттайды және жүргізілген талдау дәрежелерінің нәтижесі ретінде бір-бірімен тең қолданыла алады. Экспериментте келесі нәтижелер алынды (Кесте 3). 3 нүкте бойынша сынақ объектісінің өсуін бақылайтын боламыз.

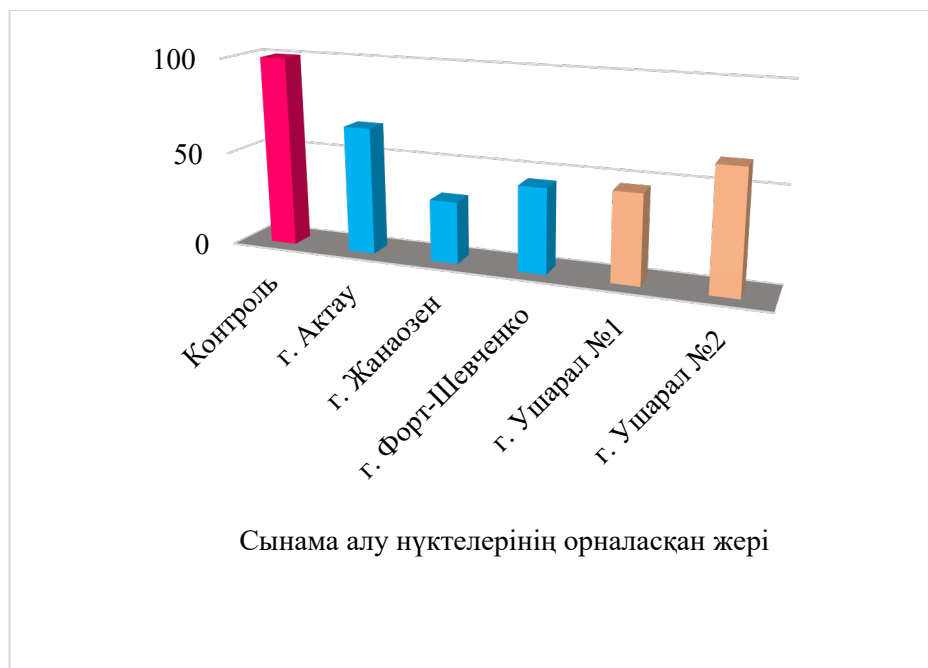
Кесте 3. *BAC* бактерияларының жасушаларының саны, өмір сүру пайызы *bac.subtilis* Сулы топырақ суспензияларының әсерінен және сынамалардың микроуыттылық дәрежесінің мәні.

Кесте 3 - *BAC* бактерияларының жасушаларының саны

Статус	Топырақ сынамаларын алу нүктелері	Саны ЖМС, $\times 10^6$ (M)	Өмір сүру пайызы (P)	Микробтың уыттылық индексі (X)
	0 (бақылау)	143,4	100	0
Тәжірибелік учаскелер	Ақтау қ.	95,6	66,6	0,3333
	Жаңаөзен қ.	46,6	32,4	0,6750
	Форт-Шевченко қ.	63,8	44,4	0,5550
Бақылау учаскелері	«Думан»	66,4	46,3	0,5369
	Үшарал қаласы әкімдігінің учаскесі	90,8	63,3	0,3668

Көрсетілген деректерден көрініп тұрғандай, барлық зерттелетін сынамалар үшін кейбір сынақ объектісінің өсуінің орташа төмендеуі байқалды. Жүргізілген зерттеуге сәйкес, сынамалары Жаңаөзен қаласының учаскесінде іріктелген топырақ ең үлкен уыттылыққа ие. Осы топырақтар үшін бактериялық сынақ индикаторының өмір сүру пайызы 32,4%, ал Форт-Шевченко қаласынан алынған топырақ сынамалары үшін 44,4% құрады.

"Думан" шаруа қожалығының аумағында (бақылау учаскесі) топырақ сынамасы да алынды, онда осы нұсқадағы бактерия жасушаларының өмір сүру пайызы едәуір төмен, яғни 46,3% (сурет 10)



Сурет 10 - *Bac subtilis* бактерияларының өмір сүру пайызы бақылаумен салыстырғанда су топырақ сынамаларының әсерінен

## Қорытынды

Өздеріңіз білетіндей, био-тестілеу су сынамаcында бар барлық қауіпті химиялық заттар мен токсиканттардың жиынтығына байланысты интегралды уыттылықты анықтауға мүмкіндік береді. Маңыздысы, ол уыттылық туралы сенімді ақпарат беріп қана қоймайды, сонымен қатар оның салдарын толығымен көрсетеді. Біз зерттеген топырақ сынамаларындағы бактериялар саны 104 ЖМС/г аспады. Ол дегеніміз аталған өңірлердің барлығы дерлік микробиологиялық пейзажға кедей деген сөз. Сандық жағынан да сапалық жағынан да кедей. Ол топырақ экожүйесінің өзіндік тазарту процесіне кері әсер етеді. Төрт өңірден алынған су сынамаларының алуан түрлілігін зерттеу жұмыстары жүргізілді.

1. Қоршаған орта объектілерін биомониторингтеу үшін микроорганизмдерді пайдалану олардың динамикадағы тіршілік әрекетінің сандық және сапалық көрсеткіштерінің өзгеруі бойынша табиғи және техногендік өзгерген жағдайларда сыртқы орта факторларының әсеріне реакциясын бағалау мүмкіндігіне негізделген. Топырақ үлгілерін іріктеу 2015 жылғы мамырда жүргізілген экспедициялық зерттеулер барысында Батыс Қазақстан (Ақтау және Атырау облыстары) аумағында жүргізілді. Барлығы топырақ сынамаларының 12 үлгісі, сондай-ақ Ақтау, Жаңаөзен және Атырау өңірлерінің су және түбі шөгінділерінің үлгілері іріктеліп, өңделіп, зерттелді. Атырау және Ақтау облыстарының топырақ сынамаларындағы микробтық әртүрлілікті эксперименттік анықтау нәтижелері бойынша микробтық ландшафттың сапалық құрамы өте монотонды, ал бұл үлгілердегі микроорганизмдердің саны 104 ЖМС/г аспайтыны анықталды. Мұның бәрі зерттелетін аймақтағы бактериялық ландшафттың сандық және сапалық құрамы жағынан салыстырмалы түрде нашар екендігін көрсетеді, бұл топырақ экожүйелерінің табиғи өзін-өзі тазарту процесіне теріс әсер етеді, өйткені бактериялық топтар үшін мөлшердің шартты критерийі ретінде 1 г субстратқа кемінде 1 миллион жасушаның мөлшері қабылданды, яғни. тек осындай санмен олардың негізгі экологиялық маңызы болуы мүмкін. Атырау және Маңғыстау өңірлерінің су экожүйелерінің жай-күйінің микробиологиялық көрсеткіштерін салыстырмалы талдау су объектілері мен гидробионттардың микроценоздарында техногендік ластану жағдайында грамтеріс бактериялар басым болатынын көрсетті, олардың арасында *Enterobacter* және *Pseudomonas* тұқымдарының өкілдері жетекші орын алады.

2. *Chlamydomonas reinhardtii* көмегімен био-тестілеу арқылы алынған нәтижелер физика-химиялық талдаулардың нәтижелерін толықтыратын су мен топырақ сынамаларының уыттылығын бақылаудың перспективалық тәсілі болып табылады. Сынақ үлгісінің уыттылығының критерийі бақылау нұсқасымен салыстырғанда микробалдырлардың орташа санының төмендеуі болып табылады, бұл жағдайда *Chlamydomonas reinhardtii* микробалдырлары барлық тәжірибелік топтарда жасушалар санында күшті өзгеріс байқалмады. Алынған нәтижелер "Береке" шаруашылығынан сыналатын судың

қатысуымен микробалдырлар жасушаларында өтетін энергия сақтайтын фотосинтетикалық процестерде бұл процестердің ластаушы заттардың болуына әлсіз сезімталдығы байқалатынын көрсетті. Су мен топырақты кешенді токсикологиялық бақылау үшін біз ұсынатын биотесттер жинағы микробалдырлар мен дафния реакцияларын қолдануға негізделген биоиндикация әдістерін қамтиды. Бұл биотесттер биоиндикация процедураларын орындау кезінде өкілдік, экспрессивтілік, сезімталдық, қолжетімділік және қарапайымдылық параметрлеріне сәйкес келетіндіктен, олар су мен топырақ сапасын биомониторингте пайдалану үшін биотесттерді батареяға қосу үшін ұсынылуы мүмкін.

3. Сізді қолданатын эксперименттерде. *Subtilis*, өмір сүрудің едәуір пайызы Ақтау және Үшарал қалаларының тәжірибе нұсқаларында атап өтілді, бұл зерттелген аумақтардың топырақтарын негізінен техногендік әсерге ұшырамаған деп бағалауға мүмкіндік береді. Осылайша, жұмыста биоиндикатор ретінде кең таралған бактерияларды қолдана отырып, қоршаған орта объектілерінің жағдайын бағалау үшін түпнұсқа жедел тест өткізілді. Бактерицидтік әсердің әсері бойынша топырақтың жай-күйін анықтаудың бұл әдістемесі әртүрлі аумақтарды микробиоиндикациялық зерттеу кезінде қоршаған орта объектілерінің сапасын объективті бағалау үшін пайдаланылуы мүмкін екендігі анықталды.

## Әдебиеттер тізімі

1. Kong I.e., Bitton G., Koopman B., Jung K.H. Heavy metal toxicity testing in environmental samples // *Reviews on Environmental Contamination Toxicology*. –2001. – Vol. 142. – P. 119-47.
2. Pshenichnov P.A., Zakirov F.N., nikitina N.M. Mikrotest dlja ocenki, monitoringa zagriznenija pochv // *Jekologija*. – 2002. – No4. – S. 332-333.
3. Bierkens J., Klein G., Corbisier P., Van Den Heuvel R., Verschaeve L., Weltens R., Schoeters G. Comparative sensitivity of 20 bioassays for soilquality // *Chemosphere*, 2000. – Dec. – V. 37. – No14-15. – P. 2935-47.
4. Smetana N.G., Mazur A.E., Krasova O.A. Fitodiagnostika tipologicheskikh edinic pochvennogo pokrova i fitoindikacija pochvennyh processov // *Voprosy bioindikacii i ohrany prirody: Sb. nauch. tr. – Zaporozh'e: Izd-vo ZGU, 1997. – S. 100 – 101.*
5. Harlamov A.S. Bioindikacionnaja ocenka sostojanija pochvy selitebnyh territorij s ispol'zovaniem mikrobnih test-ob#ek- tov: avtoref. dis... kand. biol. nauk. – Kaluga, 2000. – 21 s.
6. Shigaeva M.H. *Jekologija mikroorganizmov*. – Almaty: Kazak universiteti, 2002. – 171 s.
7. Bitton G, Koopman B. *Rev Environ Contam Toxicol*. 1992;125:1-22. doi:10.1007/978-1-4612-2890-5\_1. PMID: 1509175 Review.
8. Alaoui *et al.* A review of the changes in the soil pore system due to soil deformation: a hydrodynamic perspective *Soil Till Res.*(2011)
9. A. Alaoui *et al.* Evaluation of soil compaction using hydrodynamic water content variation: comparison between compacted and non-compacted soil *Geoderma* (2006)
10. E. Ashun *et al.* *Chemosphere* A direct contact bioassay using sulfur-oxidizing bacteria (SOB) for toxicity assessment of contaminated field soils *Chemosphere* (2022)
11. A. Alaoui *et al.* Evaluation of soil compaction using hydrodynamic water content variation: comparison between compacted and non-compacted soil *Geoderma* (2006)
12. A. Alaoui *et al.* Dual-porosity and kinematic wave approaches to assess the degree of preferential flow in an unsaturated soil *Hydrol. Sci. J.* (2003)
13. M.D. Fernández Rodríguez, ... J.V. Tarazona, in *Encyclopedia of Toxicology* (Third Edition), 2014
14. Jakob Magid, ... Kristian Koefoed Brandt, in *Advances in Agronomy*, 2020
15. Olawoyin, Richard; Oyewole, Samuel A.; Grayson, Robert L. (2012). "Potential risk effect from elevated levels of soil heavy metals on human health in the Niger delta". *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 85: 12130. doi:10.1016/j.ecoenv.2012.08.004. PMID 22921257.
16. MD Fernández Rodríguez , ... JV Tarazona ,2014 г.

17. Ali H., Khan E., Ilahi I. Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *J. Chem.* 2019
18. Bhunia P. Environmental Toxicants and Hazardous Contaminants: Recent Advances in Technologies for Sustainable Development. *J. Hazard Toxic. Radioact. Waste.* 2017
19. Chen C., Wang Y., Qian Y., Zhao X., Wang Q. The synergistic toxicity of the multiple chemical mixtures: Implications for risk assessment in the terrestrial environment. *Environ. Int.* 2015
20. Ralph A. Fischer, in *Crop Physiology*, 2009
21. M.V. Kozlov, in *Encyclopedia of Forest Sciences*, 2004
22. M.D. Fernández Rodríguez, ... J.V. Tarazona, in *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)*, 2014
23. Jakob Magid, ... Kristian Koefoed Brandt, in *Advances in Agronomy*, 2020
24. Bahman Khoshru, ... Mansour Ghorbanpour, in *Plant Stress Mitigators*, 2023
25. Antonio Lanzirotti, ... Darrell G. Schulze, in *Developments in Soil Science*, 2010
26. Tiziano Gomiero, in *Saving Food*, 2019
27. Larisa Lvova, Marina Nadporozhskaya, in *New Pesticides and Soil Sensors*, 2017
28. IUSS Working Group WRB: World Reference Base for Soil Resources, fourth edition. International Union of Soil Sciences, Vienna 2022.
29. W. Zech, P. Schad, G. Hintermaier-Erhard: *Soils of the World*. Springer, Berlin 2022.
30. W.E.H. Blum, P. Schad, S. Nortcliff: *Essentials of Soil Science. Soil formation, functions, use and classification (World Reference Base, WRB)*. Borntraeger Science Publishers, Stuttgart 2018.
31. IUSS Working Group WRB: World Reference Base for Soil Resources 2014, Update 2015. *World Soil Resources Reports 106*, FAO 2015
32. Miller, Jarrod O. "Soil pH affects nutrient availability". Retrieved 18 April 2022.
33. Goulding, Keith W.T.; Bailey, Neal J.; Bradbury, Nicola J.; Hargreaves, Patrick; Howe, M.T.; Murphy, Daniel V.; Poulton, Paul R.; Willison, Toby W. (1998). "Nitrogen deposition and its contribution to nitrogen cycling and associated soil processes". *New Phytologist*. 139 (1): 49–58. doi:10.1046/j.1469-8137.1998.00182.x.
34. Kononova, M.M. (2013). *Soil organic matter: its nature, its role in soil formation and in soil fertility (2nd ed.)*. Amsterdam, The Netherlands: Elsevier. ISBN 978-1-4831-8568-2. Retrieved 24 April 2022.
35. Burns, Richards G.; DeForest, Jared L.; Marxsen, Jürgen; Sinsabaugh, Robert L.; Stromberger, Mary E.; Wallenstein, Matthew D.; Weintraub, Michael N.; Zoppini, Annamaria (2013). "Soil enzymes in a changing environment: current

knowledge and future directions". *Soil Biology and Biochemistry*. 58: 216–34. doi:10.1016/j.soilbio.2012.11.009. Retrieved 24 April 2022.

36. Sengupta, Aditi; Kushwaha, Priyanka; Jim, Antonia; Troch, Peter A.; Maier, Raina (2020). "New soil, old plants, and ubiquitous microbes: evaluating the potential of incipient basaltic soil to support native plant growth and influence belowground soil microbial community composition". *Sustainability*. 12 (10): 4209. doi:10.3390/su12104209

37. *Organic Geochemistry* Volume 37, Issue 11, November 2006, Pages 1477-1488

38. *Advances in Agronomy* Volume 164, 2020, Pages 289-334

39. *Crop Physiology Applications for Genetic Improvement and Agronomy* 2009, Pages 22-54

40. Jayaraj, Ravindran; Megha, Pankajshan; Sreedev, Puthur (December 2016). "Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment". *Interdisciplinary Toxicology*. 9 (3–4): 90–100. doi:10.1515/intox-2016-0012. ISSN 1337-6853. PMC 5464684. PMID 28652852.

41. The chemical nature and properties of soil contaminants. www.fao.org. 2021. doi:10.4060/cb4894en. ISBN 978-92-5-134469-9. S2CID 242232889. Retrieved 2022-07-10.

42. Rijk, Ingrid J. C.; Ekblad, Alf (April 2020). "Carbon and nitrogen cycling in a lead polluted grassland evaluated using stable isotopes ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{15}\text{N}$ ) and microbial, plant and soil parameters". *Plant and Soil*. 449 (1–2): 249–266. doi:10.1007/s11104-020-04467-7. ISSN 0032-079X. S2CID 212689936.

43. Heavy metals in soils. B. J. Alloway (3rd ed.). Dordrecht: Springer. 2012. ISBN 978-94-007-4470-7. OCLC 801654870.

44. S.K. Gupta, C.T. Kincaid, P.R. Mayer, C.A. Newbill and C.R. Cole, "A multidimensional finite element code for the analysis of coupled fluid, energy and solute transport", Battelle Pacific Northwest Laboratory PNL-2939, EPA contract 68-03-3116 (1982)

45. Agarwal, A.; Liu, Y. (2015). "Remediation technologies for oil-contaminated sediments". *Marine Pollution Bulletin*. 101 (2): 483–490. doi:10.1016/j.marpolbul.2015.09.010. PMID 26414316.

46. A. Agarwal, Y. Zhou, Y. Liu (2016) Remediation of oil contaminated sand with self-collapsing air microbubbles. *Environmental Science and Pollution Research* DOI: 10.1007/s11356-016-7601-5

**Рецензия**  
дипломдық жобаға

**Танатова М.И.**

**Мамандығы:** 6B05101 – «Химиялық және Биохимиялық инженерия» оқу бағдарламасы бойынша

**Тақырыбы:** Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-тесттер құрастыру

**ЖҰМЫСҚА ЕСКЕРТУЛЕР**

Су мен топырақтың сапасын бағалауда жергілікті микробтық топтарды экспресс-тест ретінде қолдану дипломдық жұмыстың өзектілігі болып табылады. Су мен топырақта тірі ағзалардың өмірлік көрсеткіштерін бақылай отырып классикалық және кеңінен қолданылатын әдісті қарастырған. Бұл дипломдық жобада аз уақыт ішінде топырақ, су сынамаларының уыттылығын анықтауға экспресс тесттер құрастыру үшін әдебиеттік шолу қарастырылған, қажетті зерттеу объектілері, зерттеуге арналған сынама үлгілері алынған нүктелер, яғни негізгі жұмыс жүйелі жасалған.

Дипломдық жобаның төмендегідей кемшілігі бар: биологиялық объектілер көп, зерттеудәі сапалы болуы үшін бірнеше объект алғаныңыз жеткілікті болады. Қорытынды бөлімін жүйелеп аяқтау керек.

**Жұмысты бағалау**

Жалпы алғанда, жоғарыдағы кемшілік дипломдық жобаның сапасын түсірмейді, ал М.И. Танатованың жасаған еңбегіне жақсы деген баға қоюды ұсынамын.

**Рецензент**

Б.ғ.д. профессор

Жұбанова А.А.



2023 ж.

Ү ҚазҰТЗУ 706-17. Рецензия



Мы завершили антиплагиатный анализ документа:  
Топырақтың токсинділігін анықтау үшін экспресс-тесттер құрастыру  
Автор: Танатова Мөлдір Ильясқызы

Полученные коэффициенты подобия:

Коэффициент подобия 1: 0.26%

Коэффициент подобия 2: 0.00%

Коэффициент цитат: 2.12%

Замена букв: 85

Белые знаки: 0

Микропробелы: 46

Интервалы: 0