

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Химиялық және биологиялық технологиялар» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

Саметов Жанибек Асетович

Алматы маңындағы су көздерінің токсиндігін әртүрлі биотест объектілер
көмегімен бағалау

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Мамандық 5В070100 – Биотехнология

Алматы 2021


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Химиялық және биологиялық технологиялар» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

ҚОРҒАУҒА ЖІБЕРІЛДІ
Химиялық және Биохимиялық
Инженерия
Кафедра меңгерушісі
PhD докторы, қауымд.
профессоры


Рафикова Х.С.
“18”мая 2021 ж.

ДИПЛОМДЫҚ ЖҰМЫС

Тақырыбы: «Алматы маңындағы су көздерінің токсиндігін әртүрлі биотест объектілер көмегімен бағалау»

мамандығы 5B070100 – Биотехнология

Орындады

Саметов Жанибек Асетович



Ғылыми жетекші

а/ш ғылымдарының канд., доцент, қауымд. профессоры



Джамалова Г.А.

Алматы 2021

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ БІЛІМ ЖӘНЕ ҒЫЛЫМ МИНИСТРЛІГІ

Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті

«Химиялық және биологиялық технологиялар» институты

«Химиялық және биохимиялық инженерия» кафедрасы

БЕКІТЕМІН

Химиялық және Биохимиялық
Инженерия

Кафедра меңгерушісі

PhD докторы, қауымд.
профессоры



_____ Рафикова Х.С.
"7" декабрь 2020 ж.

**Дипломдық жұмысты орындауға
ТАПСЫРМА**

Білім алушыға: Саметов Жанибек Асетович

Тақырыбы: «Алматы маңындағы су көздерінің токсиндігін әртүрлі биотест объектілер көмегімен бағалау»

Университет Ректорының бұйрығымен бекітілген № 2131–б "24" қараша 2020 ж. Аяқталған жұмысты тапсыру мерзімі "_02_" _маусым_2021 ж.

Дипломдық жұмысқа арналған бастапқы деректер: әртүрлі биотест-объектілердің көмегімен түрлі су сынамаларының уыттылық нәтижелері (сұйық су сынамаларына дафнияларды енгізу, су сынамаларына арпа өсімдігін отырғызу, бақылау әдістері арқылы сараптама жүргізу).

Дипломдық жұмыстың қысқаша мазмұны:

- а) ғылыми әдебиеттерге шолу
- б) зерттеу объектісі, материалы және әдістемесі
- в) зерттеу нәтижелері. Қорытынды



Ұсынылатын негізгі әдебиет 57 атаудан тұрады.

**Дипломдық жұмысты дайындау
КЕСТЕСІ**

Бөлімдердің атауы, әзірленетін мәселелер тізбесі	Ғылыми жетекшіге ұсыну мерзімі	Ескерту
1 Әдеби шолу	12.04.2021	Орындалды
2 Материал және зерттеу әдістемесі	19.04.2021	Орындалды
3 Зерттеу нәтижелері. Қорытынды	26.04.2021	Орындалды

Қолтаңбалар

жобаның тиісті бөлімдерін көрсете отырып, аяқталған дипломдық жобаның кеңесшілері мен нормативті бақылаушылары

Бөлімдер атауы	Консультанттар, А.Ә.Т (ғылыми дәрежесі, атағы)	Қол қойылған күні	Қолтаңба
Дипломдық жұмыстың 1-3 бөлімдері	Бердікұлов Б.Т. Биология ғылымдарының PhD 2-курс студенті, лектор	11.05.2021	
Нормоконтролер	Нұрсұлтанов М.Е. лектор	15.05.2021	

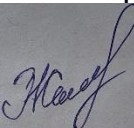
Ғылыми жетекші



(қолы)

Бердікұлов Б.Т.

Тапсырманы білім алушы орындауға қабылдады



Саметов Ж.А.

РЕФЕРАТ

Диплом жұмысы 35 беттен, 11 суреттен, 4 кестеден, 57 әдебиет көздерінен тұрады.

Түйін сөздер: биомониторинг, биоиндикация, биотест-объект.

Зерттеу жұмысының мақсаты: Бірнеше биотест-объектілерді салыстырмалы түрде қолдана отырып, Алматы өңірі суының токсиндігін бағалау.

Жұмыстың міндеттері: *Daphnia magna*, *Hordeum vulgare* биотест-объектілері ретінде пайдалана отырып Алматы өңірінің өзендері мен Қапшағай суының сынамаларына биологиялық бағалау жүргізу.

Зерттеу әдістері: Биотест-объектілердің қоршаған орта өзгерісіне жауап реакциясын көрсететін әдіс-тәсілдер.

Алынған нәтижелер:

Су сынамаларына жүргізілген биотестілеу Есентай өзенінің төменгі ағысы мен Қапшағай су қоймасын алынған су сынамаларының *Daphnia Magna* шаян тәрізділерге токсиндік көрсететіні белгілі болды. Фитотоксиндік бағалау жасау көрсеткіші биотест объектілердің Кіші Алматы суына сезімтал екендігі анықталды.

Практикалық қолдануы:

Алынған нәтижелер ҚР қоршаған ортаға мониторинг жасау бағдарламасына септігін тигізеді, себебі сынамалар алынған Алматы өңірлерінің өзендеріне мұндай биоиндикациялау жұмыстары жасалынбаған.

РЕФЕРАТ

Дипломная работа состоит из 35 страниц, 11 рисунков, 4 таблиц, 57 литературных источников.

Ключевые слова: биомониторинг, биоиндикация, биотест-объект.

Цель исследовательской работы: Экологическая оценка воды Алматинского региона при помощи сравнительного использования нескольких биотест-объектов.

Задачи работы: Провести биологический анализ проб воды Алматинских областей с использованием биотест-объектов *Daphnia magna* и *Hordeum vulgare*.

Методы исследования: Методы, показывающие реакцию биотест-объектов на перемены в окружающей среде.

Полученные результаты:

Биотестирование проб воды показало, что воды взятые в нижнем течении реки Есентай и в Капчагайском водохранилище токсично влияет на *Daphnia magna* и *Hordeum vulgare*. В ходе биологической оценки проб воды выявлено, что биотест-объекты чувствительны к воде Малой Алматы.

Практическая значимость:

Полученные результаты способствуют программе РК по мониторингу окружающей среды, так как в Алматинском регионе, откуда были взяты пробы, ранее не проводились работы по таким биотест-объектом биоиндикации.

ABSTRACT

Diploma work consists of 35 pages, 11 figures, 4 tables, 57 references.

Key words: biomonitoring, bioindication, bioassay-object.

The purpose of the research work: The ecological assessment of water of the Almaty region by using of comparative multiple bioassay-objects.

The objectives of the work: To conduct a biological analysis of water samples of Almaty and Kapshagay regions using bioassay-objects *Daphnia magna* and *Hordeum vulgare*.

Methods of the study: Methods, which demonstrate the reaction of bioassay-objects to changes in the environment.

Obtained results:

Bioassay of water samples showed that water taken in the lower reaches of the Esentai River and in the Kapchagai reservoir has a toxic effect on *Daphnia Magna* and *Hordeum vulgare*. It was revealed that the bioassay-objects are sensitive to Little Almaty water during the biological assessment of water samples.

Practical importance:

The obtained results contribute to the program on environmental monitoring of the Republic of Kazakhstan, as research on bioindication were not previously conducted in the Almaty region, where the samples were taken.

МАЗМҰНЫ

	Кіріспе.....	5
	Негізгі бөлім.....	7
1	Әдебиетке шолу.....	7
1.1	Биотестілеу тарихы және түсінігі.....	7
1.2	Қоршаған орта биоиндикациясы.....	9
1.3	Биоиндикаторлар және оларды қолдану принциптері.....	10
1.4	Су сапасын бағалау.....	13
2.	Зерттеу материалдары мен әдістері.....	15
2.1	Зерттеу материалдары	
2.1.1	Шаян тәрізді <i>Daphnia Magna</i>	
2.1.2	Кәдімгі арпа <i>Hordeum vulgare</i>	16
2.2	Зерттеу әдістері	17
2.2.1	Су сынамаларын биотестілеуге <i>Daphnia Magna</i> -ны қолдану әдісі	18
2.2.2	Су сынамаларын биотестілеуге Кәдімгі арпаны (<i>Hordeum vulgare</i>) қолдану әдіс.....	19
2.2.3	Су сынамаларының сипаттамасы.....	20
3	Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау	20
3.1	Шаян тәріздес <i>Daphnia Magna</i> пайдалана отырып, Қазақстанның батыс өңірлерінің су сынамаларына жасалған биотестілеу зерттеулердің нәтижелері.	21
3.2	Кәдімгі арпаны (<i>Hordeum vulgare</i>) қолдана отырып, биотестілеу әдісі арқылы су сынамалары мен топырақ сынамаларына жасалған зерттеулерінің нәтижелері.	23
4	Қорытынды.....	30
5	Пайдаланылған әдебиеттер тізімі.....	32

КІРІСПЕ

Тақырыптың өзектілігі. Қоршаған орта жағдайын тірі организмдердің реакциясы арқылы бағалау әдістері – өнеркәсібі жоғары дамыған мемлекеттерде қолданысқа енгізілуде. Экология мәселесі ушыққан сайын, биоиндикация саласына халықаралық деңгейде көңіл аударылуда. Ғалымдар қоршаған ортаның өзгерістерін биологиялық жүйе және оның реакциясы арқылы анықтауды тиімді әдістердің біріне жатқызуда. Биоиндикация аймақтың экологиялық жағдайын тез арада анықтауға мүмкіндік береді. Биологиялық бағалау Қазақстанның мұнаймен және ауыр металдармен ластанған аймақтарын экологиялық бағалауда өте қажет әдіс-тәсілдердің бірі.

Ғылыми жаңалығы. Қазақстанның Алматы өңірлеріндегі судың ластануына морфологиялық және физиологиялық тұрғыда жауап қайтаратын биологиялық объектілердің әсері биоиндикаторлар көмегімен, бұрын соңды нақты зерттелмеген. Жасалған зерттеу жұмыстары мен алынған нәтижелер Қазақстанның экологиялық жағдайын бағалауда үлкен маңызға ие.

Практикалық маңыздылығы. Алынған нәтижелерге сүйене отырып, көптеген жоғары оқу орындарында немесе ғылыми жобалар аясында зерттеу жұмыстарын одан сайын жетілдіруге, Қазақстанның мұнаймен және ауыр металдармен ластанған аймақтарының экологиялық жағдайын саралауға мүмкіндік береді.

Ғылыми мәселенің қазіргі таңдағы бағалануы.

Биоиндикация әдісі арқылы биоиндикаторлардың көмегімен қоршаған ортаға мониторинг жүргізу әрі жылдам, әрі арзан болып табылады.

Зерттеу жұмысының мақсаты: Бірнеше биотест-объектілерді салыстырмалы түрде қолдана отырып, Қазақстанның Алматы өңірінің өзендері мен Қапшағай су қоймасының суының токсиндігіне баға беру.

Зерттеу жұмысының міндеттері:

1. Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Есентай өзендері мен Қапшағай суының сынамаларының сапасын *Daphnia magna* арқылы анықтау;
2. Есентай өзенінің жоғарғы және төменгі ағысының ластану деңгейлерін салыстыру;
3. *Hordeum vulgare* – кәдімгі арпаны биотест-объекті ретінде қолдана отырып, Алматы облысының су сынамаларының уыттылық деңгейін анықтау;

Зерттеу объектісі: шаян тәріздес *Daphnia magna*, *Hordeum vulgare* кәдімгі арпа.

Теориялық және әдістемелік негізі. «Қоршаған ортаға қауіп туғызатын химиялық өнімдерді зерттеу әдістері. Дафния үшін өткір токсинділігін анықтау»,

«Кәдімгі арпаның (*Hordeum vulgare*) өсу қарқындылығын бақылау арқылы биологиялық бағалау жүргізу»

Практикалық базасы. Дипломдық жұмыс ҚазҰУ Биология және биотехнология факультеті микробиология кафедрасының «Қолданбалы микробиология» зертханасында орындалды.

НЕГІЗГІ БӨЛІМ

1. Әдебиетке шолу

1.1 Биотестілеу тарихы және түсінігі

Әлемдік тәжірибеде су сапасын бағалау үшін химиялық талдаумен қатар, кешенді биотестілеу жасау кең таралған. Биотестілеу – қоршаған ортаның уыттылығын анықтау үшін, құрамында кез келген қауіпті қосылыстардың барын сездіре алатын тірі организмдерді қолдану әдісі. ХІХ ғ. аяғында неміс дәрігері Пол Эрлих биотестілеуді алғаш қолданып, негізін қалады [1]. Алғашқы биотестілеулерде химиялық заттардың канцерогенділігін тексеру үшін жануарларды пайдаланды [2]. Ал су сапасын тірі организмдер арқылы анықтау ХХғ. алғашқы кезеңінен басталды. Биотестілеудің алғашқы объектісі ретінде 1918 жылы *Darnia Magna* таңдап алынды және ұзақ уақыт бойы негізгі биотест-объектісі болып келді. Кейінірек, әртүрлі систематикалық деңгейдегі гидробионттар биотест-объектілер қатарына қосылды. ХХ ғ. 40-жылдарынан бастап биотестілеу әдістерінде шаянтәрізділер, қарапайымдар мен құрттар, балықтың кейбір түрлері қолданыла бастады. Антропогендік фактордың артуы мен экологиялық мәселелер ушыққан сайын биоиндикация ғылымына халықаралық деңгейде назар салына бастады. Су сапасына шұғыл және жалпылама диагностика жасау үшін биотестілеу әдісін қолдану қажет екені 1980 жылдары мойындалды [3]. Судың сапасын бағалауда сыналып отырған организмдердің өміршеңдігі, көбею қабілеті, өсу жылдамдығы, салмағының өзгеруі, тыныс алуы, жүрек соғысы, көмірқышқыл газы мен аммиакты бөліп шығаруы сияқты процестерді қадағалайды [4].

1981 – 1986 жж. табиғи су мен ағын сулардың токсиндігін анықтау үшін биотестілеу әдісін қолдану ұсынылды және мақұлданды [2].

Биотест-объектілерді таңдау кезінде белгілі талаптарды сақтай отырып, оларға қоршаған ортаның әсер етуі кезіндегі өзгерісін нақты, объективті түрде бағалауға мүмкіндік болу керек [3].

Су объектілерінің (жер үсті және жер асты су көздері, ауыз су, ағын су және т.б.) санитарлық-химиялық талдауларға негізделген экологиялық-гигиеналық бағалаудың дәстүрлі әдісі қадағалау қызметі мен өндірістік бақылауда кең қолданығанымен, зерттелген судың биологиялық қауіптілігі туралы толық ақпарат бере алмайды [4]. Бұл техникалық және қаржылық себептерге зерттелетін судың белгілі бір ластаушы заттардың бір бөлігі ғана бақыланып, анықталғанына байланысты. Химия, металлургия, машина жасау және басқа кәсіпорындар орналасқан жерлерде кездесетін көптеген химиялық заттар белгісіз болып қалады. Бұл кезде жер үсті және жер асты сулары атмосфералық ауадан, еріген судан,

топырақтан, өндіріс қалдықтарының шығарылуына байланысты, сондай-ақ қалдық суларды ағызу кезінде зиянды заттармен ластануы мүмкін [5]. Осыған байланысты су объектілерінде анықталған және анықталмаған зиянды заттардың болуы мен жағымсыз уытты әсері туралы мәліметтер қажет болады. Осы мақсатта судың уытты әсерін сипаттау және бағалау үшін сынақ объектілеріне биотестілеу әдісі қолданылады [4]. Осылайша биотестілеу және биоиндикация әдістері аналитикалық бақылаудың тиімді құралы боп саналады [6]. Биоиндикатор - бұл экожүйенің жағдайы туралы түсінік беретін әр түрлі деңгейдегі тірі организмдер тобы [7]. Кейбір организмдер қоршаған ортаның ластануына өте сезімтал, сондықтан ластаушы заттар болса, организм морфология мен физиологиясын немесе мінез-құлқын өзгерте алады, тіпті өліп кетуі де мүмкін. Осы процестерді бақылау және зерттеу - биоиндикация әдісі деп аталады. Ал биотестілеу - бақыланатын ортаның токсиндігін анықтау мақсатында арнайы тест-биообъектілерді енгізіп, зерттейтін эксперименталды әдіс. Бұл екі әдіс те биомониторингке жатады.

1.2 Қоршаған орта биоиндикациясы

Тірі табиғатта биоиндикацияны әр ауқымда, атап айтқанда, молекулалық және клеткалық деңгейден бастап биоценоздық деңгейге дейін жүргізуге болады. Тірі табиғаттың ұйымдасу деңгейінің күрделілігі биоиндикацияны қиындатып, анық нәтиже бермеуі мүмкін. Сондықтан ластануға сезімтал биоиндикаторлар таңдалады [8]. Олар өз ортасының жағдайын адам қолымен жасалған қондырғылардың көрсеткіштерінен гөрі нақты расталған мәлімет бере алады [9]. Биоиндикаторлар ластаушы заттардың жанама биотикалық әсерін көптеген физикалық немесе химиялық құралдар жасай алмайтын кезде анықтай алады. Биомониторингтің маңыздылығы мен өзектілігі осында [10].

Жерүсті экожүйесіне жануарлар мен өсімдіктер қауымдастығының өкілдерін, ал су экожүйесіне планктондар, омыртқасыздар, балдырлар, саңырауқұлақтар және бактерияларды биоиндикатор ретінде қолдануға болады. Олардың әрқайсысының биоиндикаторлық рөлі әр түрлі болып, биоиндикациялық мәселені шешуде өзіндік шегі, артықшылықтары мен кемшіліктері болады. Көптеген организмдер химиялық ластағыштарды бойына жинақтауға қабілетті. Олардың концентрациясы топырақ пен судағы қалыпты мөлшерінен көп болуы мүмкін. Биотест-объектілердің мұндай қабілеті қоршаған ортаның ластанғанын анықтауға пайдалы [3]. Қоршаған ортадағы улы заттарды анықтағанда биологиялық жинақтағыштық коэффициенті (ЖК) жоғары организмдерді биоиндикатор ретінде таңдайды. Оның мәні температура, қысым және басқа да табиғи факторларға тікелей байланысты. ЖК мәліметтері, әдетте, қоршаған ортаның әлемдік және аумақтық мониторингін жасауда қолданылады.

1.3 Биоиндикаторлар және оларды қолдану принциптері

Табиғатта кездесетін биоиндикаторлар қоршаған ортаның жай-күйін бағалаумен қатар қоршаған ортадағы жағымды немесе жағымсыз өзгерістерді және олардың алдағы уақыттағы әсерін анықтайтын маңызды құрал болып отыр [11].

Биоиндикаторларды қолданудың артықшылықтары:

- биоиндикаторлар организмнің өмір сүру ұзақтығына не белгілі бір жүйеде болу уақытына сәйкес мәліметтерді қамти алады, бұл қоршаған ортаның қазіргі, өткен немесе келешек жағдайларын анықтауға мүмкіндік береді. Ал химиялық және физикалық құралдар ластаушы заттардың зерттеу кезіндегі мәндерін сипаттайды;
- биоиндикаторлар ластаушы заттардың жанама биотикалық әсерін көрсете алады;
- биоиндикаторлардың көмегімен қоршаған ортаны тексеру үшін бүкіл биоценозды қадағалаудың орнына, тек бір (аз) түрді бақылауға болады;
- көп жағдайда экономикалық тиімді.

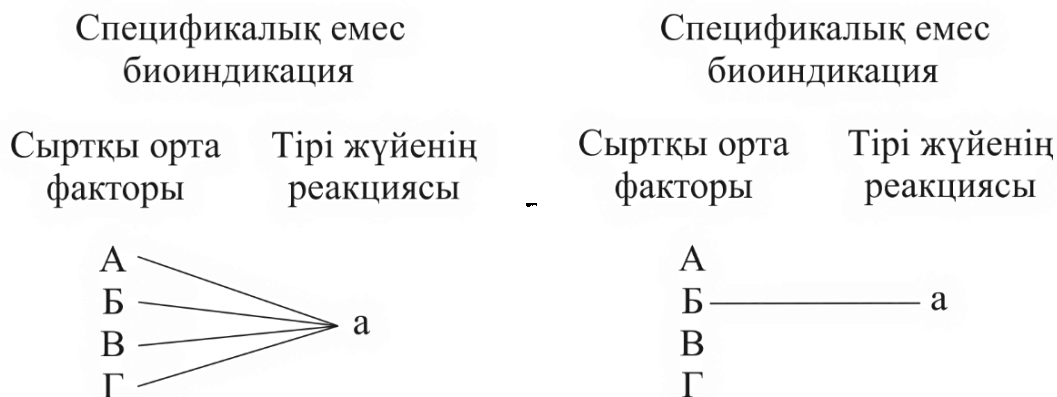
Биоиндикаторларды таңдаудың жауап реакциясының тез болуы, сенімді мәлімет беруі (қателік <20%), қолданудың қарапайымдығы мен табиғатта әрдайым табылуы секілді өз критерилері болады.

Ғалымдардың көпжылдық зерттеулері бойынша, биоиндикаторлардың көмегімен орта жағдайын бақылауда ұстаудың мынадай артықшылықтары бар:

- ұзақ антропогендік әсер кезінде, кумулятивтік қабілетінің арқасында, әлсіз болса да реакция білдіре алады;
- барлық маңызды биологиялық өзгерістерге ортақ жауап бере алады;
- қоршаған ортаның күйін сипаттайтын физикалық және химиялық параметрлерді есептеуді қажет етпейді;
- зерттелетін ортаның дамуының деңгейін көрсетеді;
- адамға зиян болуы мүмкін ластаушы заттардың экожүйедегі жолы мен жиналу орнын көрсетеді [12];

Биоиндикаторлар қоршаған ортаның ластануына сезімтал немесе аккумулятивті (ластаушы заттарды бойына жинақтап алу) қабілет көрсетуіне байланысты жіктеледі. Сезімтал биоиндикаторлар стреске түсіп, морфофизиологиялық өзгерістерге түсіп кетеді, ал аккумулятивті биоиндикаторлар токсиндерді бойына сіңіре отырып, тіршілігін жалғастыра береді. Биоиндикаторлардың ластанған ортаға жауап беру түріне байланысты арнайы (спецификалық) және арнайы емес (спецификалық емес) деп бөлінеді. Арнайы жауап тірі жүйенің өзгеруін тек бір экологиялық фактормен байланыстырғанда, ал арнайы емес реакция жағдайында әртүрлі экологиялық факторлар бірігіп бір

реакцияны тудырады (1 сурет). Биоиндикация тікелей немесе жанама формада болуы мүмкін. Қоршаған орта факторы биологиялық объектіге тікелей әсер етсе тікелей биоиндикация болып саналады.



Сурет 1 Биоиндикаторлардың сыртқы орта факторларына жауап беру реакциясы

Кез келген түр биоиндикатор бола алады дегенмен де, ауру немесе зиянды және паразитті организмдер жарамсыз [8].

Нағыз биоиндикаторлар мына талаптарға сай болуы тиіс:

- зерттелетін ортаға (жерге) тән болуы;
- экотоптағы санының көп болуы;
- зерттеу арасында бірнеше жыл тіршілік етуі, ол ластану өзгерістерін бақылауға мүмкіндік береді;
- сынамаларды алудың ыңғайлы және стандартталған болуы;
- табиғи жағдайда тәжірибе жасауға болатындығы;
- онтогенез периодының қысқа болуы, ол келесі ұрпақтарына әсерін бақылау үшін керек [13];

Қоршаған ортаның ластануын бағалауда биоиндикатор ретінде сирек кездесетін немесе жоғалып бара жатқан (бірақ «Қызыл кітапқа» енгізілмеген) организмдерді де қолдануға болады. Мұндай организмдерді антропогендік әсерге сезімтал биоиндикаторлардың дайын тізімі деуге болады.

Биоиндикаторлар экожүйенің түріне байланысты таңдалады. Мысалы, ауаның ластануын бақылау үшін қыналар мен мүктәрізділер жиі қолданылады. Оларды тамырларының болмауы мен барлық заттарды тікелей ауадан алатындығы ауа сапасын бақылаудың күшті биоиндикаторлары етеді. Олардың беткі көлемінің үлкендігі ауадан ластаушы заттарды сіңіру қабілетін жоғарылатады да биоиндикатор ретінде пайдалану теориясын одан әрі растайды [14]. Фитопланктонның бір түрі цианофиттер те күшті биоиндикаторлардың бірі, ол гүлді түзілімдер жасау арқылы су қоймалары, көлдер және басқа да су объектілерінің тез эвтрофтануын көрсетеді.

1.4 Су сапасын бағалау

Биологиялық зерттеу суды емес, біртұтас судың экожүйесі ретінде зерттейді. Н.С.Строганов су токсикологиясын тірі ұйымның барлық деңгейлеріндегі гидробионттардың тіршілік ету ортасының кез-келген ластануға барлық реакциясын зерттейтін, токсиндігі туралы ғылым ретінде санады,

Өнеркәсіптік немесе басқа ағынды сулармен судың уытты ластану деңгейін бағалау үшін мына сұрақтарға жауап беру керек:

- су қоймасына ағынды сулармен келетін бастапқы су улы ма;
- оның уыттылық дәрежесі қандай;
- ластану көзінен қандай қашықтықта уыттылық ең төменгі мәнге дейін төмендейді.

Гидробионттар үшін химиялық заттардың уыттылығының негізгі көрсеткіші ретінде жылы қанды жануарлар үшін жалпы (медициналық) токсикологияда қабылданған медиальды өлім концентрациясының (LC50) шамасына бағдарлана отырып, Н.С. Строганов уыттылықты 48 сағаттық тәжірибеде белгіленген кері медиальды өлім концентрациясының мәні ретінде сандық анықтауды ұсынды:

$$T = \frac{1}{LC_{50}^{48}} \quad (1)$$

мұнда T – токсиндік

Мысалы, егер d (ажырату коэффициенті) = 1:1; 1:2; 1:5; 1:10; 1:25;

1:50; 1:100; 1:500 т.с.с., болса токсинік мөлшері 1; 2; 5; 10; 25; 50; 100; 500 т.с.с., яғни салыстыруға ыңғайлы бүтін сандармен сипатталады.

Су сапасын биологиялық бағалау үшін суда өмір сүретін организмдердің барлық топтарын қолдануға болады: планктонды және бентикалық омыртқасыздар, протозоа, балдырлар, макрофиттер, бактериялар мен балықтар. Олардың әрқайсысы биологиялық индикатор ретінде әрекет ете отырып, биоиндикация мәселелерін шешуде оны пайдалану шекарасын анықтайтын өзінің артықшылықтары мен кемшіліктеріне ие, өйткені бұл топтардың барлығы су қоймасындағы заттардың жалпы айналымында жетекші рөл атқарады. Әдетте биоиндикатор ретінде пайдаланылатын организмдер су қоймасын өзін-өзі тазартуға жауап береді, бастапқы өнімді құруға қатысады, су экожүйелерінде заттар мен энергияны түрлендіреді. Биологиялық зерттеу нәтижелері бойынша кез келген қорытынды индикаторлық организмдердің бірлі-жарым олжалары негізінде емес, барлық алынған деректердің жиынтығы негізінде құрылады. Зерттеуді орындау кезінде де, алынған нәтижелерді бағалау кезінде де бақылау нүктесінде кездейсоқ, жергілікті ластану мүмкіндігін ескеру қажет. Мысалы,

ыдырайтын өсімдік қалдықтары, бақа немесе балықтың өлексесі су қоймасы популяциясының табиғатында жергілікті өзгерістер тудыруы мүмкін.

Судың қасиеттерін бағалау кезінде тиісті өлшеулерді жүргізу белгілі бір қағидаларды сақтауды талап етеді.

Өлшеу нәтижелерін түсіндіру кезінде судың қасиеттері өлшеу нәтижелері белгілі бір уақытқа қатысты ғана дұрыс екенін есте ұстаған жөн. Бір күннен кейін немесе одан бұрын өлшеу нәтижелерінен айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Мысалы, сіз бір күнде өзендегі нитраттардың өте төмен концентрациясын атап өтуге болады десеңіз, келесі күні сіз нитраттардың өте жоғары мөлшерін кезіктіруіңіз мүмкін. Өйткені жақын маңдағы ауылшаруашылық кәсіпорны көнді өзенге ағызып жіберді. Осылайша, физика-химиялық өлшеулер судың сапасын тек қазіргі уақытта бағалауға мүмкіндік береді.

Өсімдіктердің немесе жануарлардың индикаторлық түрлерінің болуы тоғандағы судың сапасын тереңірек бағалауға мүмкіндік береді.

Зерттеудің биоиндикациялық әдістерінің маңыздылығын атап көрсете отырып, биоиндикация жеке тұлғалардың функционалдық ерекшеліктері мен организмдер қауымдастықтарының экологиялық белгілері бойынша қоршаған ортаның бұрыннан бар немесе болып жатқан ластануын анықтауды болжайтындығын атап өткен жөн.

2. Зерттеу материалдары мен әдістері

2.1 Зерттеу материалдары

2.1.1 Шаянтәрізді *Daphnia Magna*

Daphnia magna – тұщы суда жиі кездесетін, ұзындығы 1-6 мм болатын бұтақмұртты шаянтәрізділерге жататын «су бүргесі» [16]. Су сапасының жоғары сезімталдығына байланысты экологиялық токсикологияда модельдік түрлер ретінде қызмет етеді [17].

Барлық дафниялардың екі жұп мұрты болады (2 сурет), басында үлкен күрделі көзі бар, 4-6 жұп аяқты, арқасында қапшыққа ұқсас жұмыртқасы бар өсінді орналасқан. Дафниялар жақсы дамыған 2 антеннулаларының көмегімен секіріп қозғалады. Аналығындағы антенналары тұрақты, ал аталығында қозғалмалы. Дафния клондық немесе жынысты көбеюге қабілетті. Қолайлы жағдайда дафния партеногенез арқылы (жаздың басында) таралады, клональды ұрпағын аналықтарды жыныссыз жолмен шығарады. Аталықтары күз мезгілінде жетіледі. Қоршаған ортаның өзгеруіне байланысты кейбір аналықтар аталықтардың ұрықтандыруын қажет ететін гаплоидты жұмыртқаларды шығара алады. Бірнеше қорғаныс мембраналарымен және эфиппиямен қоршалған ұрықтанған жұмыртқалар қатаң жағдайларға бірнеше ондаған жылдар бойы төтеп беріп тыныштық күйде жата беруі мүмкін. Сонымен қатар, дафниялар жыл мезгіліне байланысты тіршілігін өзгерте алады (цикломорфоз). Мысалы, температура төмендесе - бас пішініні домалақ, ал жоғарыласа сүйірлене түседі [18].



Сурет 2 Ұрықтанбаған жұмыртқалы аналық *Daphnia Magna*. Ұзындығы 4 мм. Автор: Dieter Ebert, Basel, 2006

Дафния ластаушы заттарға өте сезімтал, сондықтан оны экотоксикологияда модель-организм ретінде қарастырады. Олардың буын алмасу уақытының

қысқалығы мен ұрпақ қалдыру санының көптігі тәжірибе жасауды оңайлатады. Сонымен қатар, дафния суспензияланған бөлшектермен қоректеніп, суда фильтр қызметін атқарады. Қоршаған ортаның өзгеруі бұл организмнің көбею циклін де өзгертіп жібере алады. Сондықтан, Дафния қоршаған ортаға әсер ететін химиялық заттардың уыттылығын анықтайтын және ағын сулар мен ластанған суларға мониторинг жүргізетін сезімталдығы жоғары аналитикалық биообъект ретінде қарастырылады.

2.1.2 Кәдімгі арпа *Hordeum vulgare*

Арпа – астық тұқымдасына жататын, ежелден (шамамен 10 мың жыл бұрын) адамзаттың маңызды ауылшаруашылық дақылы саналады [19]. Өсірілу көлемі бойынша бидай, күріш және жүгеріден кейін төртінші орында [20].

Кәдімгі арпа - бір жылдық шөптесін өсімдік (2 сурет), сабағы тік, биіктігі 30-60 см, кейде 90 см-ге жетеді. Арпа дәні өте құнарлы, химиялық құрамында 45 – 67% крахмал, 7 – 26% ақуыз, 7 – 11% пентозан, 1,7 – 2% сахароза, 2 – 3% май, 2 – 3% күл болады.

Арпа бидайға қарағанда ыстық, суыққа және құрғақшылыққа төзімді. Нәрлігі мен қаныққан май қышқылының мөлшері де бидайға қарағанда көп. Құрамында Са, К, Мп, Zn, Fe минералдарымен қатар, А, D, Е, РР, В дәрумендер тобының бәрі кездеседі. Қазақстанның барлық өңірінде арпаның жаздық сорты өсіріледі, ал күздік сортын әдетте, оңтүстік пен оңтүстік-шығыс диқандары өсіреді.



Сурет 3 Кәдімгі арпа (*Hordeum vulgare*). © Hurry/Dreamstime.com

Химиялық элементтердің ең улысы саналатын ауыр металдар [21] концентрациясының суда көбеюі ондағы барлық тірі организм үшін қауіпті. Олар өсімдіктердің өсуі мен дамуын тежейді, биомасса жинауына кедергі келтіреді.

Кәдімгі арпаны судың ауыр металдармен ластануын бақылауға қолдануға болады, өйткені арпа көшеттері Cd, Cu және басқа көптеген ауыр металдардың артық мөлшеріне нақты жауап береді, сондай-ақ 15-25 °C температурада 10-15 күнде өсіріп, нәтиже алуға болатыны тәжірибені кез-келген зертханада жүргізуге мүмкін етеді [22].

2.2 Зерттеу әдістері

2.2.1 *Daphnia Magna*-ны су сынамаларына биотестілеу әдісі

Бұл әдіс ағын сулар мен табиғи сулардың өткір токсиндігін қысқа уақытта анықтауға мүмкіндік береді. Әдіс талданған су сынамасы (тәжірибе) мен культивация суындағы (бақылау) өлі дафния санының қатынасын анықтауға негізделген. Бақылау сынамасымен салыстырғанда талданатын су сынамасындағы дафнияның 50% не одан да көп пайызының 24, 48 және 96 сағат ішінде летальді жағдайға ұшырауы - өткір токсиндік көрсеткіші саналады.

Аталған әдіспен токсиндікті анықтаудағы салыстырмалы қателік $P = 0,95$ сенімділік деңгейі кезінде $\pm 66\%$ аралығын құрайды. Осы әдіс бойынша токсинді анықтаудың салыстырмалы қателігінің кездейсоқ құрамдас бөлігінің орташа квадраттық ауытқуының (ОКА) ең үлкен ықтимал мәні $\sigma(\delta)$ 34% құрайды.

Биотестілеуді жүргізуге мына материалдар мен құралдар қажет:

- аквариумды микрокомпрессор АЭН ТУ 16-064-011;
- үлкейткіш шыны;
- лабораториялық таразы (200 г);
- лабораториялық әр түрлі құйғыштар;
- өлшемі бар бюкстер (30, 40 диаметрлі);
- Термометр (көрсеткіш шкаласы 1°C);
- рН-өлшегіш ГОСТ 25.7416.0171;
- өлшемі бар колбалар (сыйымдылығы 0,5, 1,0 дм³);
- лабораториялық сүзгіш қағазы;
- 1 ден 10 см³ өлшемдік белгілері бар тамызғыштар ГОСТ 29227;
- түрлі өлшемдегі шыны ыдыстар (биотестілеу үшін сыйымдылығы 100-150 см³; дафниялар үшін сыйымдылығы 2дм³; су сынамаларын сақтау және тасымалдау үшін 1 дм³);
- сыйымдылығы 10 см³ болатын шыны түтіктер ГОСТ 25336;
- дафнияларды аулауға арналған шыны түтіктер (ішкі диаметрі 5-7 мм);
- нан ашытқылары ГОСТ 171;
- калий бихроматы ГОСТ 4220 [12].

Биотестілеуді жүргізу шарттары:

1. Биотестілеу ұшқыш заттар сақталмайтын және жұмыс істемейтін, үй-жайды инсектицидтермен өңделмейтін зертханада жүргізіледі.

2. Жедел өткір токсиндікті анықтау үшін су сынамасының көлемі 1дм³ кем болмауы тиіс;

3. Биотестілеу кезінде талданатын сынаманың температурасы (20±2) °С болуы керек. Сынамадағы оттегінің концентрациясы кемінде 6 мг/дм³ болуы тиіс. Егер оттегі концентрациясы 6 мг/дм³-ден төмен болса, сынама микрокомпрессормен газдалады. Оттегі концентрациясы 6 мг/дм³ жеткенге дейін ауа біркелкі берілуі тиіс. Биотестілеу кезінде сынаманы аэрацияламайды. Сынақ объектісіне күн сәулесі тікелей түспеуі керек, жарық шашыраңқы түрде беріледі. Жарық ұзақтығы табиғи жарықпен сәйкес келеді. Термоллюминостагты қолдану ұсынылады;

4. Тәжірибе мен бақылаудағы дафнияны бір тәулікте отырғызу тығыздығы әр 100 см³-ге 10 данадан келеді.

5. Бақылаудағы летальді жағдайға ұшыраған дафниялардың саны судың (20 ±2) °С температурасында 10%-дан аспаған жағдайда нәтижені есепке алуға болады.

Биотестілеуді жүргізуге дайындық:

1. Биотест-объект ретінде *Daphnia Magna* зертханалық культурасы алынады. Дафнияларды сыйымдылығы 2дм³ шыны ыдыста өсіреді. Ыдыстар ас содасымен жуылады және дистилденген сумен мұқият жуылады. Синтетикалық жуғыш заттар мен органикалық еріткіштерді қолдануға болмайды.

Дафнияны өсіру үшін ауыз суы қолданылады. Ауыз суды қайнатып, сосын 2 тәулік тұндырып хлордан арылтады, сондай-ақ ерітілген оттегінің концентрациясы кемінде 6 мг/дм³ жеткенге дейін микрокомпрессормен газдандырады.

Дафния культурасының бастапқы тығыздығы 1 дм³-де 10-15 дана болуы керек. Аптасына бір рет 4 апталық ересек пен жас дафнияларды (культураны одан әрі сақтау үшін) таза сулы бөлек ыдысқа ауыстырады. Дафнияны аларда жарақат алмас үшін, ішкі диаметрі 5-7 мм шыны түтікті қолданыңыз.

Дафния күніне бір рет жасыл балдырлар суспензиясымен және аптасына бір рет – нан ашытқыларының суспензиясымен қоректендіреді. Ашытқы жемін дайындау үшін 1 г жаңа немесе 0,5 г ауада кептірілген ашытқыны 100 см³ дистилденген суға құяды. Ашытқы ісінгеннен кейін суспензияны жақсылап араластырылып, 30 минут тұндырады. 1 дм³ дафниясы бар суға 5 см³ мөлшерінде суспензияны қосады.

Дафния қорегі ретінде протококкалық балдырларды (сценедесмус, хлорелла) қолданған жөн. Балдырлар дафния культурасына суспензиясының 1 см³

мөлшерінде қосылады (жасуша тығыздығы шамамен 350 миллион жасуша/см³). Балдырлардың суспензиясын центрифугалау немесе тоңазытқышта 2-3 күн тұндыру арқылы алуға болады. Суспензия бетіндегі сұйықтықты төгіп тастап, қалған тұнбаны 2 рет дистилденген сумен сұйытып, дафнияға береді;

2. Биотестілеу үшін 24 сағатқа дейінгі дафния қолданылады, оны биотестілеу басталғанға дейін 2-3 сағат бұрын қоректендіреді;

3. Бір тәуліктік дафния культураны биотестілеуге жарамдылығы тексеріледі. Бақылау сынамасындағы дафниялар саны 10%-дан азаятын болса, алынған нәтижелер есептелмей, тәжірибе қайта жасалады.

Биотестілеуді жүргізу:

1. Су сынамасы және бақылау нұсқасы 100 см³ шыны ыдыстарға құйылады (тәжірибе). Тәжірибе 3 рет қайталанатын;
2. Әрбір су сынамасы мен бақылау ыдысына 24 сағатқа дейінгі 10 дафния алынады, олар диаметрі 5-7 мм болатын шыны түтікпен тез суға салынады;
3. Биотестілеу ұзақтығы - 96 сағат, осы уақыт ішінде кезінде дафнияларды қоректендірмейді.
4. 1, 6, 24, 48, 72, 96 сағат ішінде тірі дафниялар санын көзбен санайды. Суда еркін қозғалса немесе сынаманы сәл шайқағанда 15 с-тан кешікпей жүзетін болса тірі деп, қалған дафниялар өлі деп саналады. Алынған нәтижелер кестеге енгізіліп, "өлген дафниялардың % – уақыт" тәуелділік графигін жасайды.
5. Егер бақылаудың барлық кезеңінде бақылау нұсқасына дафнияның жойылуы 10% - дан аспаса, биотестілеу нәтижелері дұрыс деп есептеледі.

2.2.2 Кәдімгі арпаны (*Hordeum vulgare*) су сынамаларына биотестілеу әдісі

Өсімдіктердің көмегімен барлық табиғи ортаға биотестілеу жүргізуге болады. Арпаны биоиндикатор ретінде қолдану су объектілерінің трофикалық қасиеттерін анықтау және олардың ластану дәрежесін бағалауға мүмкіндік береді. Арпаның өсу жылдамдығына қарап – су сынамаларының токсиндігін (фитотоксиндігін) анықтауға болады.

Биотестілеуді жүргізуге қажет материалдар мен құралдар:

- Петри табақшалары (стерильденген);
- лабораториялық сүзгіш қағазы;
- шприц (10 мл);
- пинцет;
- биотест-өсімдіктің (арпаның) дәндері.

Биотестілеуді жүргізу:

1. Стерильденген диаметрі 10 см Петри табақшаларының табанына сүзгіш қағаздар төселеді;
2. Әр Петри табақшаға 10 дана арпа дәні егіледі;
3. Әр Петри табақшаға күн сайын 10 мл су сынамаларын құйып, 7 күн бойы бақыланады. Бақылау нұсқасына тазартылған және 7 тәулік тұндырылған құбыр суын пайдалануға болады. Бақылауға арналған судың рН көрсеткіші 7,0-8,2 аралығында болуы шарт.
4. Арпаның өсуін бақылау 24, 48, 96, 120, 144 және 168 сағатта жүргізіледі. Биотестілеу +20 °С бөлме температурасында жүргізілуі тиіс.

2.3. Су сынамаларының сипаттамасы

Зерттелетін су сынамалары Алматы қаласының өзендерінен және Қапшағай су қоймасынан алынды (4 сурет). Атап айтқанда:

- I. Үлкен Алматы өзенінің суы;
- II. Кіші Алматы өзенінің суы;
- III. Қапшағай суы;
- IV. Есентай өзенінің (жоғарғы ағыс) суы;
- V. Есентай өзенінің (төменгі ағыс) суы;
- VI. Алматы қаласының су құбыры (бақылау);

Аталған 6 су сынамасының 2 түрлі биотест-объектілер арқылы ластану деңгейі анықталады.



Сурет 4 Зерттелетін сынамалар алынған аймақтар (Алматы өңірі)

3. Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау

3.1. Алматы өңірінің су сынамаларына *Daphnia Magna* пайдаланып биотестілеу жүргізудің нәтижелері

Биотестілеу әдісі бойынша ластану деңгейі су сынамаларының топтары төмендегідей:




- I. Үлкен Алматы өзенінің суы;
- II. Кіші Алматы өзенінің суы;
- III. Қапшағай суы;
- IV. Есентай өзенінің (жоғарғы ағыс) суы;
- V. Есентай өзенінің (төменгі ағыс) суы;
- VI. Алматы қаласының су құбыры (бақылау);

Биотестілеу әдісіне сай дафнияларға көлемі бірдей 100 мл 6 шыны ыдыс дайындалды. Бақылау суы – Алматы қаласы, Бостандық ауданынан алынған құбыр суын 7 тәулікке тұндыру арқылы дайындалды. Биотестілеу жасау үшін су сынамаларының екі концентрациясы (70:30, 60:40 қатынасында) алынды. Тәжірибені жүргізу ұзақтығы 96 сағат болды. Әрбір су сынамасына 10 дана дафниядан салынды.

Биоиндикатор ретінде қолданылған дафниялардың санына, қозғалысына, тіршілік динамикасына, репродуктивтік қабілетін саралап, су сынамаларына сипаттама берілді.

Сынамалардың шаян тәріздес дафнияға әсерін 1-кестеден көруге болады. 60:40 қатынастағы су сынамаларының концентрациясы бойынша жоғарғы токсиндік көрсеткен Қапшағай суы және біршама ластанған Есентай өзенінің төменгі ағысы екенін байқауға болады. Бақылау нұсқасындағы дафниялардың көбеюі, биотестілеуге биотест-объекті ретінде жарамды екенін көрсетті. 96 сағат ішінде ересек дафниялар 20-ға, жас дафниялар 8-ге артты. Қапшағай суындағы дафниялар саны 2-ге азайғанымен, 96 сағат ішінде қалпына келіп, дафния саны 11-ге артты. Дафния саны артқанымен көбею қарқындылығы, динамикасы төмен болды.

Кесте 1 60:40 қатынастағы сынамалардың токсиндігін анықтағандағы дафнияларға әсерінің көрсеткіші

№	Сынамалар атауы	24 сағат	48 сағат	96 сағат
1	Үлкен Алматы	12 ±0,1 (+2)	12 ±0,1	16 ±0,2 (+4)
2	Кіші Алматы	12 ±0,2 (+2)	12 ±0,2	16 ±0,3 (+4)
3	Есентай төм.	10 ±0,2	10 ±0,2	12 ±0,3 (+2)
4	Есентай жоғ.	11 ±0,2 (+1)	11 ±0,2	15 ±0,2 (+4)
5	Қапшағай	8 ±0,1 (-2)	8 ±0,1 (-1)	11 ±0,2 (+3)
6	Бақылау	11 ±0,1 (+1)	13 ±0,2 (+2)	21 ±0,2 (+8)
Ескерту -  белсенді;  қалыпты;  әлсіз; «+» - пайда болған дафниялар;				

Зерттеу жұмыстарының нәтижесі бойынша, 70:30 қатынасындағы су сынамаларына токсиндік көрсеткен, алдыңғы кестедегідей, Қапшағай, Есентай өзенінің төменгі ағысы, Кіші Алматы өзені екенін 2-кестеден көруге болады.

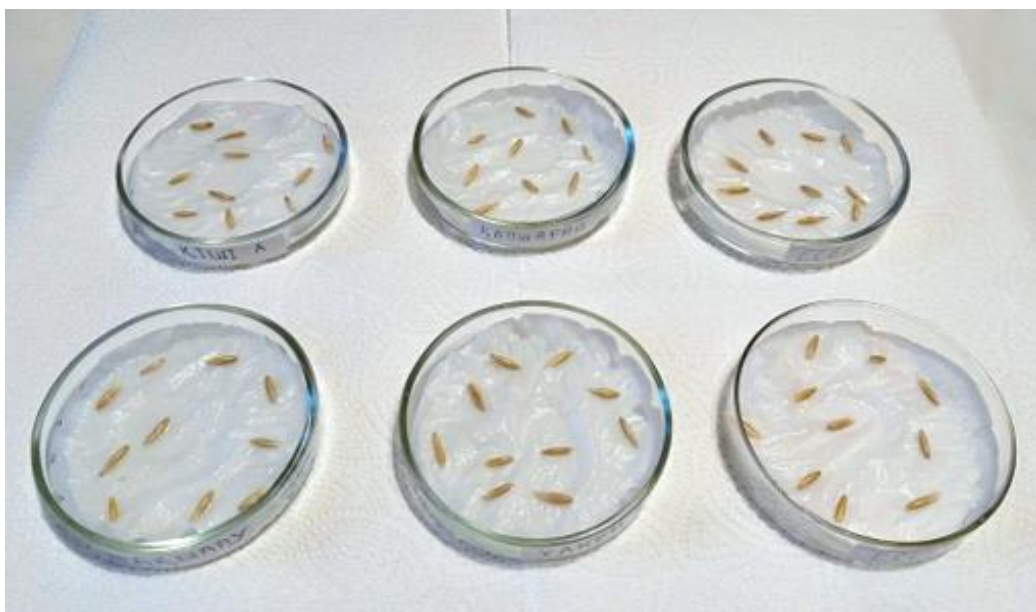
Үлкен Алматы суындағы дафниялардың санының артуы 13 ересек, 1 жас дафнияға толықты. Кіші Алматы суының дафниялары 24 сағатта өз тіршілігін сақтағанымен, ал 96 сағатта 2-ге азайды. Есентай өзенінің жоғары ағысының су сынамасында да 48 сағатқа дейін дафниялардың артуы білінбеді, 96 сағат ішінде 2 дафния тіршілігін тоқтатты. Есентай өзенінің төменгі ағысының суындағы дафниялар 3-ке кеміді. Дафниялардың саны – 8, қозғалысы қатты белсенділігі емес. Қапшағай сынамаларындағы дафния саны әр бақылаған сайын 1 дафнияға азайып, 96 сағатта дафниялар саны – 7-ге тұрақтады. Қозғалысы – әлсіз. Бақылау нұсқасындағы судан 48 сағаттан кейін 10 ересек, 2 жас дафния пайда болды. Ал 96 сағаттан кейінгі дафниялардың сандық мәні – 11-ге теңесті..

№	Сынамалар атауы	24 сағат	48 сағат	96 сағат
1	Үлкен Алматы	10 ±0,1	10 ±0,1	13 ±0,1 (+2)
2	Кіші Алматы	10 ±0,3	10 ±0,3	8 ±0,3 (-2)
3	Есентай төм.	10 ±0,2	10 ±0,1	8 ±0,2 (-2)
4	Есентай жоғ.	9 ±0,2 (-1)	9 ±0,3	9 ±0,3
5	Қапшағай	9 ±0,3 (-1)	8 ±0,3 (-1)	7 ±0,3 (-3)
6	Бақылау	9 ±0,2 (-1)	10 ±0,2	11 ±0,2 (+2)

Ескерту - белсенді; қалыпты; әлсіз; «+» - пайда болған дафниялар;

3.2 Алматы өңірінің су сынамаларына Кәдімгі арпаны (*Hordeum vulgare*) пайдаланып биотестілеу жүргізудің нәтижелері

Су сынамаларының токсиндігін анықтау үшін арпаны сүзгіш қағаз төселген н Петри табақшаларына 10 данадан егілді. Оларға тәулік сайын 10 мл су сынамаларынан сәйкес ыдыстарға 7 күн бойы құйылып, бақылау жүргізілді. Су сынамаларындағы арпаның өну қарқындылығы мен өсу жылдамдығына күн сайын талдау жүргізілді. 48 сағат өткеннен кейін арпалар су барлық су сынамаларында өне бастады. Үлкен Алматы және бақылау нұсқасындағы арпа дәндерінің жарыла бастады.



Сурет 5 Кәдімгі арпаны биотест-объект ретінде су сынамларына қолдану (24 сағат)

72 сағаттан кейін су сынамаларында айтарлықтай өзгерістер біліне бастады. Есентайдың төменгі ағысынан алынған суының сынамасында арпалардың өнуі тежеліп жатса, жоғарғы ағысының суында 1 арпаның өне бастағанын байқауға болады. Кіші Алматы өзенінің суында 2 арпа дәні, Үлкен Алматы өзенінің суында 3 арпа дәні жарыла бастады. Қапшағай суында 2 арпа дәнінің қауызы жарылып, өсе бастады. Бақылау нұсқасында 2 арпа өнгенімен, олардың өсу жылдамдығы басқалардан жоғары болды.

96 сағаттан кейінгі бақылау 72 сағаттық бақылаудан аса айырмашылығы бола қоймады.

120 сағаттан кейінгі бақылауда Есентайдың төменгі ағысынан алынған су сынамасында 2 арпаның өнгенін көруге болады, бірақ сабағы басқалармен салытсырғанда қысқалау, Есентайдың жоғарғы ағысының суында 5 арпа өсіп шықты. Үлкен Алматы мен Кіші Алматы өзендерінің суынан 4 арпадан өнді, бірақ Үлкен Алматы өзенінің суында өскен арпаның биіктігі жоғары болды. Бақылау нұсқасында 3 арпа өнді және биіктігі жағынан көш бастап тұр.

168 сағаттан кейінгі тәжірибенің соңғы талдауы бойынша Есентай өзенінің жоғарғы және төменгі ағысының су сынамаларында өнген арпаларда айтарлықтай айырмашылық болды (6 сурет).



Сурет 6 Есентай өз. төменгі (сол жақта) және төменгі ағысының (оң жақта) суларындағы арпаның өнуі (168 сағ)

Бір қызығы, Есентай өзенінің төменгі ағысындағы су сынамасында өнген арпаның саны (5 арпа) басқа сынамаларға қарағанда жоғары болды. Десе де, олардың өркендерінің бойы тым қысқа. Бұл ондағы ауыр металдардың және қоректік биомассаның көптігінен хабар береді. Есентай өзені қала ішін кесіп өтетіндіктен және оның бойында адамдардың көп жүруі төменгі ағысының ластануына алып келген. Басқа су сынамаларымен салыстырар болсақ, Есентай өзенінің жоғарғы ағысының нәтижелері де онша жақсы емес. Сынамаларды алу барысында Есентай өзені суының лайланған және тұнық емес екені белгілі болды. Осы өзеннің жағасына жүргізіліп жатқан жөндеу жұмыстары (7 сурет) да өзен күйіне кері әсер етуі мүмкін. Сондай-ақ, сынама алған өзен жағасынан үлкен көліктердің ізін 7 суреттен байқауға болады.



Сурет 7 Есентай өзеніндегі жөндеу жұмыстары. 04.2021 ж.



Сурет 8 Есентай өзеніндегі жөндеу жұмыстары. 04.2021 ж.

Үлкен Алматы және Кіші Алматы өзендерінің су сынамаларындағы көрініс ұқсас болғанымен (екеуінде де 4 арпадан өнген), Үлкен Алматы суында өскен арпалардың сабағының бойы биік, әрі мықты болды (8-сурет). Айта кету керек, су сынамаларын алған кезде, Үлкен Алматы өзенінің суы басқа сынамаларға қарағанда тұнық әрі мөлдір, ал Кіші Алматы өзенінің суы лайсаң болды (9 сурет).



Сурет 9 Кіші Алматы және Үлкен Алматы өзенінің суларындағы арпаның өнуі (168 сағ)



Сурет 10 Кіші Алматы өзені. 04.2021 ж.

Қапшағай су қоймасынан алынған сынамадан 2 арпаның өнгені байқалады, бірақ өркенінің ұзындығы (1,6 см) өте қысқа (10 сурет). Бұл Қапшағай суының құрамында фитотоксиндердің болуын аңғартады. Сынамалардың ішінде ең төмен нәтиже көрсеткен осы Қапшағайдың суы болды.

Бақылау суында өскен арпалардың сабағы биік болғанымен, өнген арпалар саны 3-ке тең болды (10 сурет). Арпалардың салыстырмалы түрде аз өнуі, құбыр суындағы мыс, темір секілді металдың әсерінен болуы мүмкін.



Сурет 11 Алматы су құбыры (оң жақта) мен Қапшағай суында (сол жақта) өсірілген Кәдімгі арпа (168 сағ)

Кәдімгі арпаның көмегімен Алматы өңірінің өзендеріне жүргізілген биотестілеудің ортақ нәтижелерін 2-кестеден көруге болады. Бақылау су сынамаcына ең жақын көрсеткішке ие болған Үлкен Алматы мен Кіші Алматы өзенінің суы. Ондағы арпа сабағының орташа ұзындығы 4,20 - 4 см-ге тең болды. Есентай жоғарғы ағысының суының сынамаcындағы арпалардың сабағының ұзындығы да салыстырмалы түрде жоғары мәнді көрсетті, яғни 3,9 см. Қапшағай суының арпаларының сабағының орташа ұзындығы 0,9 см құраса, Есентай өзенінің төменгі ағысының суында 0,82 см құрады.

Кесте 3 Сынамалардағы арпа сабағының орташа ұзындығы

	Бақылау нұсқасы	Үлкен Алматы өз.	Кіші Алматы өз.	Есентай төм.	Есентай жоғ.	Қапшағай
Тәжірибе уақыты	Арпа сабағының орташа ұзындығы, см					
96 сағ.	1,46	1,35	1,32	0,21	1,23	0,22
120 сағ.	2,4	2,1	2,69	0,5	2,2	0,5
144 сағ.	3,5	3,3	3,3	0,6	3,1	0,7
168 сағ.	4,25	4,2	4,0	0,82	3,9	0,9

Алынған нәтижелер «ҚАЗГИДРОМЕТ» сайтында ай сайын жариялап отыратын Алматы қаласы аумағындағы жер үсті суларының сапасы мониторингінің нәтижелерімен салыстырылды [30].

Кесте 4 Алматы қ. жер үсті суларының сапасы. 04.2021. Мәлімет: "ҚазГидроМет"

Өзен атауы	Су сапасының класы		Параметрі	Өлшем бірлігі	Конц.
	Сәуір, 2020 ж.	Сәуір, 2021 ж.			
Үлкен Алматы	2 класс	4 класс	Аммоний ионы	мг/дм ³	1,09
Кіші Алматы	3 класс	3 класс	Аммоний ионы	мг/дм ³	0,81
Есентай	2 класс	5 класс	Қатты заттар	мг/дм ³	57,5

Кестеден көріп отырғанымыздай, 2020 жылдың сәуірімен салыстырғанда Кіші Алматы өзенінің жер үсті суларының сапасы айтарлықтай өзгерген жоқ; Есентай, Үлкен Алматы өзендері - нашарлады. Алматы қаласының су айдындарындағы негізгі ластаушы заттар - қатты заттар, аммоний ионы. Бұл көрсеткіштер бойынша сапа стандарттарынан асып түсу, негізінен, халықтың көп шоғырланған жағдайында қалалық суларды ағын сулармен шығарғанда тән.

Биотест-объектілермен су сынамаларына жасаған зерттеу жұмыстары, жоғарыдағы кешенді зерттеу жұмысымен сәйкес келеді.

ҚОРЫТЫНДЫ

Экологиялық биотехнологияның маңызды бағыттарының бірі гидросфераның жай-күйін бағалаудың тиімді биологиялық әдістерін әзірлеу. Биотестілеу әдістерін қолдану су көздерінің тірі организмдерге токсиндігін қысқа мерзімде анықтауға мүмкіндік береді. Бұл дипломдық жұмыста Алматы маңындағы су көздері мен Қапшағай су қоймасының токсиндік дәрежесін бағалауды қарастырылды.

Қоршаған ортаны биотест-объектілер арқылы биологиялық бағалау қазіргі таңда кең ауқымға ие. Биоиндикация, яғни биологиялық бағалау арзан әрі жылдам әдіс болып саналады.

1. Үлкен Алматы, Кіші Алматы, Есентай өзендері мен Қапшағай суының сынамаларының токсиндігі шаян тәріздес *Daphnia magna* арқылы анықталды. Өткір токсиндік көрсеткен, яғни 24 сағатта 50%-дан аса дафниялардың тіршілігін тоқтатуға себеп болған су сынамасы кездеспеді. Бірақ Қапшағай мен Есентай өзендерінің ауыр металмен ластанғаны дафниялардың летальді жағдайға ұшырауы арқылы дәлелденді.
2. Есентай өзенінің жоғарғы және төменгі ағысының ластану деңгейлері биотест-объектілермен бақыланды. Есентай өзенінің төменгі ағысының құрамында ауыр металдар мен фитотоксиндер болатыны арпаның тежеліп өсуімен анықталды.
3. *Hordeum vulgare* – кәдімгі арпаны биотест-объекті ретінде қолдана отырып, Алматы өңірінің өзендерінің су сынамаларының токсиндік деңгейі анықталды; Кәдімгі арпаның өсуін тежеген су сынамасы – Қапшағай су қоймасының суы Есентай өзенінің төменгі ағысының суы болды.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Van Noordwijk, Jacobus. "Bioassays in whole animals". *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 7 (2): 1989. 139–145.
- 2 Beyer, L. A.; Beck, B. D.; Lewandowski, T. A. "Historical perspective on the use of animal bioassays to predict carcinogenicity: Evolution in design and recognition of utility". *Critical Reviews in Toxicology*. 41 (4): 2011. 321–338.
- 3 Фомин, Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам энциклопедический справочник / Г.С. Фомин. – М.: Протектор, 1995. – 624.
- 4 Брагинский, Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia Magna Str.* и других ветвистоусых ракообразных (критический отбор) / Л.П. Брагинский // *Гидробиологический журнал*. – 2000. – № 5. – С.50 – 57.
- 5 Розанцев, Э.Г. Биотестирование, или биологическая оценка безопасности / Э.Г. Розанцев, Е.Г. Черемных // *Экология и промышленность России*. – 2003. – № 10. – С. 44–46.
- 6 Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой, Т.И. Евстегнеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 с.
- 7 Karr, James R. "Assessment of biotic integrity using fish communities". *Fisheries*. 6 (6):1981. 21–27.
- 8 Евгенийев, М.И. Тест-методы и экология / М.И. Евгенийев // *Соросовский образовательный журнал*. – 1999. – № 11. – 29-34 б.
- 9 Tingey, David T. [Bio indicators in Air Pollution Research – Applications and Constraints](#). *Biologic Markers of Air-Pollution Stress and Damage in Forests*. Washington, DC: National Academies Press. 1989. p. 73–80.
- 10 ["Bioindicators"](#). Science Learning Hub. The University of Waikato, New Zealand. 2015-02-10.
- 11 Khatri N, Tyagi S. Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas. *Front Life Sci*. 2015. 8(1):23–39.
- 12 А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, А.А. Гущин, Т.В. Извекова. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды / Учебно-методическое пособие. – Иваново. – 2007. – 17-25.
- 13 Золотев, Ю.А. Тест-методы / Ю.А. Золотев // *Журнал аналитической химии*. – 1994. – Т. 49. – № 2. – 149.
- 14 Holt EA, Miller SW. Bioindicators: using organisms to measure environmental impacts. *Nature*. 2010. 3(10):8–13.

- 15 Tatarazako N, Oda S. The water flea *Daphnia magna* (Crustacea, Cladocera) as a test species for screening and evaluation of chemicals with endocrine disrupting effects on crustaceans. *Ecotoxicology* 16: (2007) 197-203.
- 16 Dodson SI, Hanazato T. Commentary on effects of anthropogenic and natural organic chemicals on development, swimming behavior, and reproduction of *Daphnia*, a key member of aquatic ecosystems. *Environ Health Perspect.* 1995;103 (Suppl 4):7-11.
- 17 Caceres CE, Tessier AJ., Incidence of diapause varies among populations of *Daphnia pulex*. *Oecologia* (2004) 141: 425-431.
- 18 Zohary D, Hopf M. *Domestication of Plants in the Old World: The Origin and Spread of Cultivated Plants in West Asia, Europe, and the Nile Valley* (3rd ed.). Oxford University Press. (2000) pp. 59–69.
- 19 <https://www.britannica.com/plant/barley-cereal>.
- 20 Bioindicators and Biomarkers in the Assessment of Soil Toxicity / Dr. Carmem Fontanetti // Brazil , Universidade Estadual Paulista. – 2015.
- 21 Vassilev, Andon. Barley seedlings as bio-indicators for water contamination by cadmium. *Journal of environmental protection and ecology.* (2003) 4. 354-360.
- 22 Розанцев, Э.Г. Биотестирование, или биологическая оценка безопасности / Э.Г. Розанцев, Е.Г. Черемных // *Экология и промышленность России.* – 2003.– № 10. – 44-46 б.
- 23 Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О. П. Мелеховой, Е. И. Егоровой, Т.И. Евстегнеева и др.; под ред. О. П. Мелеховой, Е. И.Егоровой. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 288 б.
- 24 Черемных, Е.Г. Биотестирование, или биологическая оценка безопасности в настоящем и будущем / Е.Г. Черемных, Розанцев // *Экология и промышленность России.* – 2003. – № 10. – 44-46 б.
- 25 Тэрыцо К.В., Покаржевский А.Д. Методический подход к оценке влияния загрязняющих веществ на почвы (на примере мощных черноземов) / Биоиндикация и биомониторинг. – М., 1991. – 263 б.
- 26 Крайнюкова, А.Н. Биотестирование в охране вод от загрязнения / А.Н.Крайнюкова // *Методы биотестирования вод.* – Черноголовка, 1988. – 4-14 б.
- 27 А.Г. Бубнов, С.А. Буймова, А.А. Гуцин, Т.В. Извекова. Биотестовый анализ – интегральный метод оценки качества объектов окружающей среды / Учебно-методическое пособие. – Иваново. – 2007. – 17-25 б.
- 28 Тихонов В.В. Участие дождевых червей и бактерий в модификации биологических и химических свойств гумусовых веществ: автореф. дис. к.б.н. – М., 2011. – 23 б.
- 29 [Казгидромет \(kazhydromet.kz\)](http://kazhydromet.kz)

- 30 Дятлова, Е.С. Методы гидробиологических исследований. Сравнительная чувствительность ветвистоусых ракообразных к бихромату калия / Е.С. Дятлова // Экология моря. – 2001. – Вып. 58. – С. 79 – 83.
- 31 «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев – Алматы «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998 ISBN 5-89800-123-9, VIII том
- 32 Лисичкин, Г.В. Химическое модифицирование поверхности минеральных веществ / Г.В. Лисичкин // Соросовский образовательный журнал. – 1996. – № 4. – С. 52.
- 33 Тулендина Э.Н., Рысбеков М. «Балқаш көлінің ғажайып құбылысы». – Алматы, 2013. – 6-13 б.
- 34 Биология: Большой энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 864 б.
- 35 Биология: Большой энциклопедический словарь. – М.: Большая Российская энциклопедия, 1999. – 864 б.
- 36 Перечень рыбохозяйственных нормативов: предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно безопасные уровни воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение.
- 37 Криволуцкий Д.А. Почвенная фауна в экологическом контроле. – М.: Наука, 1994. – 267 б.
- 38 Bioindicators and Biomarkers in the Assessment of Soil Toxicity / Dr. Carmem Fontanetti // Brazil , Universidade Estadual Paulista. – 2015.
- 39 Құлжабаева Г.Ә.; «Өсімдіктер әлемі» оқу-әдістемелік кешені, Дәнді-дақылдар: Дидактикалық материал. - Алматы, 2011. - 16 б; ISBN 978-601-7237-34-9
- 40 Saltini A., I semi della civiltà: frumento, riso e mais nella storia delle società umane, Prefazione di Luigi Bernabò Brea – 1996. – 182 б.
- 41 Gimeno-Garcia E., Andreu V., Boluda R. Heavy metals incidence in the application of inorganic fertilizers and pesticides to rice farming soils // Environ. Pollut. – 1996. – Vol. 92. – 19-25 б.
- 42 Keller C. Application of centrifuging to heavy metal studies in soil solutions // Commun. Soli Sci. Plant Anal. – 1995. – Vol. 26. – 1621-1636 б.
- 43 Давыдова С.Л., Тагасов В.И. Тяжёлые металлы как супертоксиканты XXI века – М.: РУДН, 2002. – 140 б.
- 44 Международная организация по стандартизации (ISO). www.iso.org
- 45 Ecological Effects Test Guidelines. POOTS 850.6200. Earthworm Subchronic Toxicity Test. – EPA 712-C-96-167, April 1996.
- 46 Брагинский, Л.П. Методологические аспекты токсикологического биотестирования на *Daphnia Magna Str.* и других ветвистоусых ракообразных

- (критический отбор) / Л.П. Брагинский // Гидробиологический журнал. – 2000. – № 5. – 50-57 б.
- 47 ООО «Компания «Химснабжение», www.chimsnab.com.ua
- 48 Bingham, F.T. Boron. In: Methods of Soil Analysis-Part 2: Chemical and Microbiological Properties. Page, A.L., Miller, R.H., and Keeney, D.R. (Eds.), American Society of Agronomy, Inc., Soil Science Society of America, Inc., Madison, Wisconsin, USA. 443-447. 2004
- 49 «Қазақстан»: Ұлттық энциклопедия / Бас редактор Ә. Нысанбаев – Алматы «Қазақ энциклопедиясы» Бас редакциясы, 1998 ISBN 5-89800-123-9, IX том
- 50 Спиров А.В., Пушной Г.В. Использование олигохет в качестве тест-объектов в системах скрининга тератогенов среды // Всес. совещ. “Эколого-генетический мониторинг состояния окружающей Среды. – Караганда, 1990. – 112-113 б.
- 51 Мичукова, М.В. Оценка токсичности сточных вод предприятий – основных источников загрязнения р. Волги в районе г. Волжска методом биотестирования на *Daphnia magna* Str. / М.В. Мичукова, А. С. Джафаров, В. В. Кондратьева // Материалы «Круглого стола» Водные ресурсы. Проблемы и пути их решения. - Йошкар-Ола, 2003. – 114-121 б.
- 52 РД 118-02-90. Методическое руководство по биотестированию воды. – М.: Госкомприроды СССР, 1991. – 48 б.
- 53 Розенберг, В.Г. Теория биоиндикации / В.Г. Розенберг. – М.: Высш. шк., 1994. – 141 б.
- 54 Merchant et al. (2007). «The Chlamydomonas genome reveals the evolution of key animal and plant functions». Science 318: 245–250 б.
- 55 Мировой водный баланс и водные ресурсы Земли. – Л.: Гидрометеиздат,
- 56 Безель В.С., Панин М.С. Экотоксикология: Учебник для Вузов. – Алматы: Раритет. 2008. – 344 б.
- 57 Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. – М.: РЭФИА, НИА – Природа, 2002. – 118 б.

БЕЛГІЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТЫЛҒАН СӨЗДЕР

ҚО	қоршаған орта
ЖК	жинақтағыштық коэффициент
АМ	ауыр металдар
ПХБ	полихлорлы бифенил
ОКА	Орташа квадраттық ауытқу
$K_2Cr_2O_7$	калий бихроматы
—.	
—.	

.И.Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық Техникалық Университетінің Химиялық және биологиялық технологиялар институты, Химиялық және биохимиялық инженерия кафедрасының «Биотехнология» мамандығының студенті Саметов Жанибек Асетұлының «Алматы маңындағы су көздерінің токсиндігін әртүрлі биотест объектілер көмегімен бағалау» тақырыбына жазылған дипломдық жұмысына

ПІКІР

Қоршаған орта объектілерінің биомониторингі үшін тест-объектілерді қолдану олардың динамикадағы тіршілік әрекетінің сандық және сапалық көрсеткіштердің өзгеруіне қатысты табиғи және техногенді өзгерген жағдайларындағы сыртқы орта факторларына әсер ететін жауап ретіндегі реакцияның бағалау мүмкіндіктеріне негізделеді.

Дипломдық жұмыста Алматы қаласының және Қапшағай су қоймасының территориясынан су үлгілері алынды. Микробты қауымдастық санын зерттеу және Қазақстан Республикасының маңызды қаласы Алматы аймағының ластану ортасын бағалау кезінде қол жеткізген нәтижелер ғылыми мақсатта және экология мен қоршаған ортаның биотехнологиясы саласы үшін алар орны ерекше.

Сондықтан Саметов Жанибектің дипломдық жұмысы аталған өңірден алынған су үлгілерінің биологиялық тест-объектілерге тигізетін әсерлерін зерттеп, экологиялық мониторинг жасауға бағытталған. Диплом жұмысында келтірілген материалдардың құрылымы мен мазмұны, оның теориялық және практикалық деңгейінің өзектілігі қазіргі заман талабына сай зерттелді.

Бітіруші зерттеу жұмысы барысында зертханада көптеген биотестілеу және биотехнологиялық әдіс-тәсілдерді меңгерді. Дипломдық жұмыста тақырыпқа сай әдебиеттерге толық шолу жасалған, зерттеу әдістеріне толық анықтамалар берген.

Аталған сипаттамаларды ескере отырып бітірушінің дипломдық жұмысын «90» балмен бағалағым келеді.

Ғылыми жетекшісі:

Химиялық және биологиялық технологиялар

институтының лекторы, Ph.D студент,

Б.Т. Бердіқұлов



Протокол анализа Отчета подобия Научным руководителем

Заявляю, что я ознакомился(-ась) с Полным отчетом подобия, который был сгенерирован Системой выявления и предотвращения плагиата в отношении работы:

Автор: Саметов Жанибек Асетович

Название: Алматы маңындағы су көздерінің токсиндігін әртүрлі биотест объектілер көмегімен бағалау

Координатор: Бекжан Бердіқұлов

Коэффициент подобия 1: 10.7

Коэффициент подобия 2: 3.7

Замена букв: 1097

Интервалы: 0

Микропробелы: 16

Белые знаки: 0

После анализа Отчета подобия констатирую следующее:

- обнаруженные в работе заимствования являются добросовестными и не обладают признаками плагиата. В связи с чем, признаю работу самостоятельной и допускаю ее к защите;
- обнаруженные в работе заимствования не обладают признаками плагиата, но их чрезмерное количество вызывает сомнения в отношении ценности работы по существу и отсутствием самостоятельности ее автора. В связи с чем, работа должна быть вновь отредактирована с целью ограничения заимствований;
- обнаруженные в работе заимствования являются недобросовестными и обладают признаками плагиата, или в ней содержатся преднамеренные искажения текста, указывающие на попытки сокрытия недобросовестных заимствований. В связи с чем, не допускаю работу к защите.

Обоснование:

.....

31.05.2021

Дата



Подпись Научного руководителя