

Nurzhan Sarsembayeva – doctor of veterinary sciences, professor of the Department of Veterinary Sanitary Examination and Hygiene, Kazakh National Agrarian Research University, Almaty city, Republic of Kazakhstan; e-mail: lady.nurzhan@inbox.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3501-3720>.

Sandugash Toleubekova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Department of Bioengineering Systems, Shakarim University, Semey city, Republic of Kazakhstan; e-mail: saltosha-sandu@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2658-9514>.

Received 08.01.2026

Revised 17.02.2026

Accepted 18.02.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1\(21\)-45](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1(21)-45)

FTAXP: 34.35.51



Ж.Қ. Оспанова^{1,*}, Л.К. Асамбаева², Ж.Ш. Рахимбердиева^{2,3}, М.Д. Касимбекова⁴

¹Орталық Азия Инновациялық Университеті,
160021, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Мәделі Қожа көш., 137/1

²Шымкент университеті,
160031, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Жібек Жолы көш., 131

³М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті,
160018, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Тәуке хан даңғ., 5

⁴Оңтүстік Қазақстан Медицина Академиясы,
160019, Қазақстан Республикасы, Шымкент қ., Әл-Фараби алаңы, 1/1

*e-mail: zhannaospanova4@gmail.com

ЛЕҢГЕР ӨЗЕНІНІҢ СУ БИОЦЕНОЗДАРЫНА ФОСФОРҚҰРАМДЫ ҚАЛДЫҚТАРЫНЫҢ ӨСЕРІН БИОИНДИКАЦИЯЛАУ

Аңдатпа: Бұл мақалада техногендік шығу тегі бар фосфор қосылыстарының қалдықтарының Қазақстанның оңтүстік өңіріндегі Леңгер өзенінің су экожүйесінің экологиялық жағдайына әсері зерттелді. Су үлгілері 2025 жылдың маусым айында антропогендік жүктеме деңгейі әртүрлі бес нүктеден алынды. Өзен суы мен тау жыныстарының техногендік үйінділерінен алынған үлгілер негізінде фосфор қалдықтарын 0,1%, 0,3%, 0,5% және 1,0% концентрацияларын қосу арқылы зертханалық тәжірибе жүргізілді; бақылау үлгілерінде басқа да қоспалар болған жоқ. Инкубация 22-24 °C температурада және табиғи жарық жағдайында 72 сағатқа созылды.

Таксономиялық талдау барысында фитопланктон мен қарапайымдылардың Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta және Protozoa бөлімдеріне жататын өкілдері анықталды. Жасыл балдырлардың ішінде *Chlorella vulgaris* пен *Scenedesmus quadricauda* басым болды, диатомды балдырлардан – *Navicula vulpina* мен *Fragillaria austriaca*, эвгленалықтардан – *Euglena agilis* пен *Phacus brevicaudatus* түрлері тіркелді. Үлгілерде сондай-ақ цианопрокариоттардың (*Oscillatoria*, *Anabaena*) және қарапайымдылардың (*Paramecium*, *Arcella*, *Euplotes*) өкілдері кездесіп, судың жоғары трофтылығын және органикалық ластануын көрсетті.

0,1-0,3% концентрацияларында *Chlorella vulgaris* пен *Scenedesmus quadricauda* белсенді дамыды, ал 0,5-1,0% кезінде түрлердің көпшілігінің тежелуі, судың мөлдірлігінің төмендеуі және органо-минералдық тұнбалардың түзілуі байқалды. Диатомды балдырлар фосфатты ластануға ең жоғары сезімталдық танытты.

Алынған нәтижелер көрсеткендей, фосфор қалдықтарының төмен концентрацияларында микробалдырлардың фотосинтетикалық белсенділігі артады, бұл олардың қоректік элементтер көзі ретінде түскен заттарды пайдалана алу қабілетін көрсетеді. Алайда концентрациялардың шекті деңгейге дейін жоғарылауы су қауымдастығының тұрақтылығының бұзылуына және биоценоздың деградациясына әкеледі. Осылайша, анықталған заңдылықтар микробалдырлар мен қарапайымдыларды Қазақстанның шағын өзен экожүйелеріндегі антропогендік әсер мен экологиялық жағдайдың сенімді биоиндикаторлары ретінде пайдалануға болатынын дәлелдейді.

Түйін сөздер: Леңгер өзені; фосфор құрамды қалдықтар; микробалдырлар; қарапайым жәндіктер; биоиндикация; сапробтылық; экологиялық жағдай.

Кіріспе

Қазақстанның оңтүстік өңіріндегі шағын өзендері, соның ішінде Леңгер өзені, өнеркәсіптік және тұрмыстық аралас ластану көздерінің әсеріне ұшырайды. Қала өнеркәсібі темірбетон бұйымдарын өндіретін кәсіпорындармен, кірпіш зауытымен, тігін және трикотаж фабрикаларымен, өнеркәсіптік көмір шахтасымен және басқа да нысандармен ұсынылған. Бұл кәсіпорындардың қызметі минералдық және органикалық текті қалдықтардың түзілуімен қатар жүреді, олар беткі ағын және жауын-шашын арқылы су айдындарына түсуі мүмкін. Мүмкін болатын ластаушылардың ішінде цементті, силикаты және фосфор құрамды қосылыстар ерекше орын алады, өйткені олар судың лайлылығын және сілтілілігін арттырады, еріген оттегі концентрациясын және ортаның электр өткізгіштігін өзгертеді. Мұндай процестер су биоценоздарының құрылымына әсер етіп, түрлік тепе-теңдіктің ластануға төзімді микробалдырлар мен қарапайым жәндіктерге түрлері түзіледі [1].

Көптеген зерттеулерде атап өтілгендей, эвтрофикация – биогендік ластанудың әсерінен жер үсті суларының деградациясының әмбебап процесі болып табылады. Фосфор мен азоттың артық түсуі фитопланктонның тез өсуіне, судың лайлануына, оттегі тапшылығына және ақырында биоценоздардың тұрақсыздануына әкеледі. Сонымен қатар, фосфат концентрациясының тіпті орташа ауытқулары да микробалдырлар мен қарапайым жәндіктер қауымдастықтарының құрылымындағы өзгерістерді қоздыруы мүмкін. Қоректік заттардың ұзақ уақыт түсуі органикалық заттардың жиналуына, мөлдірліктің төмендеуіне және автотрофты мен гетеротрофты формалардың арақатынасының өзгеруіне алып келетіні анықталған [2].

Қазіргі заманғы зерттеулер биогендік ластанудың су айдындарына әсері кезінде экожүйенің фосфаттар мен нитраттарға реакциясы сызықтық емес сипатқа ие екенін көрсетеді. Алғашқы кезеңдерде фотосинтездің күшеюі мен бастапқы өнімділіктің артуы байқалады, алайда жүктеменің өсуімен биоценоз тұрақтылығын жоғалтады, ал биологиялық әртүрлілік күрт азаяды. Осы тұрғыда қысқа мерзімді бейімделу реакциялары мен ұзақ мерзімді салдарларды ажырату маңызды, себебі соңғылары қарапайым трофикалық құрылымдардың қалыптасуымен көрінеді [3]. Мұндай процестер тек ірі су қоймаларына ғана емес, сонымен қатар өздігінен тазаруы қиындаған және су алмасу уақыты қысқа шағын өзендерге де тән.

Аймақтық бақылаулардың бірқатарында ауылшаруашылығы қызметі табиғи суларға фосфордың түсуінің негізгі көздерінің бірі екені анықталған. Тыңайтқыш енгізілген алқаптардан келетін беткі ағынсуларға еріген және қалқып жүрген фосфат түрлерін тасымалдайды, бұл судың химиялық құрамының өзгеруіне, рН деңгейінің, электр өткізгіштіктің және қалқыма заттар мөлшерінің артуына әкеледі. Мұндай өзгерістер биотаға тікелей әсер етіп, гидробионттардың тіршілік жағдайларын бұзады және олардың санын азайтады [4]. Қоректік заттардың шекті рұқсат етілген концентрациясынан асып кетуі кезінде микробалдырлар күшейген өсу реакциясын көрсетсе, ал қарапайым жәндіктердің қозғалысы баяулап, популяциялары азаяды – бұл құбылыстар экологиялық күйзелістің айқын көрсеткіші болып табылады.

Биогендік элементтердің жиналуы екіншілік процестерді күшейтеді: органикалық массаның өсуі, тотығу-тотықсыздану әлеуетінің өзгеруі және еріген оттегінің тапшылығы. Бұл деградацияның тұйық тізбегін қалыптастырады, онда органикалық жүктеменің артуы анаэробты процестердің күшеюіне, ал олар өз кезегінде оттегі тапшылығын одан әрі ушықтыруға алып келеді. Әдеби деректер дәл осы өзара байланыстар кешенді биогендік ластануға ұшыраған су айдындарына тән екенін растайды [5].

Фосфорлы қосылыстардың әсерінен су қауымдастықтарының құрылымының өзгеруі су экожүйелерін қалпына келтіру міндеттерімен тікелей байланысты. Қазіргі зерттеулерге сәйкес, биотехнологиялық әдістерді – табиғи сорбенттерді, деструктор-микроорганизмдерді және биостимуляторларды – қолдану судың құрамындағы қолжетімді фосфор мөлшерін азайтып, оның сапасын тұрақтандыруға көмектеседі [6]. Бұл тәсілдер ағын суларды тазартуға ғана емес, сонымен қатар биологиялық белсенділікті ішінара қалпына келтіруге мүмкіндік береді. Қазақстан жағдайында мұндай шешімдер маусымдық ауытқулар мен ауылшаруашылығы жүктемелеріне жоғары сезімтал шағын өзендер үшін ерекше өзектілікке ие.

Гидробиология тұрғысынан алғанда, су қауымдастығының антропогендік әсерге реакциясы кешенді түрде бағалануы тиіс. Ортадағы физика-химиялық параметрлер (рН, электрөткізгіштік, лайлылық, еріген оттегі концентрациясы) ластану деңгейінің жалпы көрсеткіштері болып табылады, алайда дәл биотаның құрамы мен динамикасы жүйенің нақты

тұрақтылық шектерін көрсетеді. Гидробиологиялық зерттеулердің негізгі қағидаларына сәйкес, биоценоздардың тұрақтылығы автотрофты және гетеротрофты буындардың өзара әрекеттесуіне байланысты, ал олардың біреуінің бұзылуы бүкіл құрылымның қайта қалыптасуына әкеледі [7].

Осылайша, Леңгер өзеніндегі фосфорқұрамды қалдықтарды зерттеу фосфат жүктемесінің деңгейі мен микробалдырлар мен қарапайым жәндіктердің түрлік құрамындағы өзгерістер арасындағы заңдылықтарды анықтауға бағытталған. Алынған деректер жүйенің тұрақты күйден тұрақсыз күйге ауысатын шекті концентрация мәндерін бағалауға және экологиялық күйзелістің индикаторлық белгілерін анықтауға мүмкіндік береді.

Леңгер өзені зерттеу нысаны ретінде оның шаруашылық және тау-кен өндірістік қызметке байланысты антропогендік әсер аймағында орналасуына байланысты таңдалды. Бұл аталған су нысанын жергілікті ластану көздерінің өзен экосистеміне әсерін бағалау үшін репрезентативті объект ретінде қарастыруға мүмкіндік береді.

Материалдар мен әдістер

Зерттеу Қазақстанның оңтүстік өңірінде орналасқан Леңгер өзенінде жүргізілді – бұл белсенді өнеркәсіптік ықпал аймағынан өтетін шағын су арнасы. Үлгілер антропогендік жүктеме градиентін көрсететін бес нүктеден алынды:

- қалаға кіре беріс (42°10'48.4"N 69°54'48.2"E);
- көмірқалдықтарына жақын бөлік (42°10'59.1"N 69°52'18.1"E);
- қаланың орталық бөлігі (42°11'02.5"N 69°51'58.3"E);
- қалдықтар жанындағы жасанды су айдыны (42°11'23.4"N 69°52'05.8"E);
- қаладан шыға беріс (42.225252 N, 69.801069 E).

Әрбір нүктеден судың жоғарғы қабатынан (≈ 5 см) стерильді шыны ыдыстарға беткі үлгілер алынды. Қосымша түрде 2 және 4-нүктелерде түбіндегі шөгінділер (қалдықтар) жиналды, олар кейіннен минералды-фосфатты ластану көзі ретінде пайдаланылды. Үлгілер салқындатылған күйде тасымалданып, іріктелгеннен кейін 12 сағат ішінде талданды. Алынған сынамалар бір шыны ыдысқа біріктіріліп белсенді тұнба түзілді.

Сонымен қатар қара көмір қалдықтарының шөгінділерінен сынамалар алынды:

А – Тығыз қара қою түсті қалдықтар, көмірге ұқсас, пластинкалы, өзіне тән жылтырлығы бар, үйіндінің жанынан пайда болған жасанды көлшіктің айналасы қамыс (*Phragmites*) қаптаған;

В – сұрғылт түсті, кеуекті, орташа тығыздықтағы қалдықтар, шлакқа ұқсас, үйіндінің айналасында өсімдік жоқ.

Жоғарыда сипатталған 2 шөгіндінің 5 нүктесінен сынама алынып зертханалық жағдайда бір шыны ыдысқа араластырылды.

Жиналған қалдықтардан су суспензиясы дайындалып, ол өзен суының үлгілеріне 0,1%, 0,3%, 0,5% және 1,0% (м/көлем) концентрацияларында енгізілді. Бақылау үлгісі ластаушы зат қоспай алынған су болды. Осылайша, екі қара көмір қалдықтарының шөгінділерінен модельді түзілген концентрленген Леңгер өзенінің суына қоспасынан (соның ішінде бақылау үлгісі) – барлығы 9 тәжірибелік үлгі алынды.

Инкубация $25 \pm 1^\circ\text{C}$ температурада 24 сағат бойы, шашыраңқы жарықта жүргізілді. Мұндай тәсіл фосфор құрамды бөлшектер мен көмір қалдықтарында кездесетін қосалқы қоспалардың су микробиоценозына әсерін бағалауға мүмкіндік берді [8].

Микроскопиялық талдау ЛОМО (Микомед-5) биологиялық микроскопының көмегімен жүргізілді, ол $\times 10$, $\times 40$ және иммерсиялық $\times 100$ объективтерімен жабдықталған. Жарықтандыру қарқындылығын реттеуге болатын орнатылған галоген шамымен қамтамасыз етілді.

Микроағзаларды анықтау морфологиялық белгілер бойынша жүргізілді, ол үшін тұщы су диатомды, эвгленді және жасыл балдырлардың, сондай-ақ инфузориялар мен талшықтылардың анықтауыштары пайдаланылды. Негізгі таксономиялық топтардың өкілдері есепке алынды: *Chlorophyta*, *Euglenophyta*, *Bacillariophyta*, *Cyanobacteria*, *Ciliophora*, *Rhizopoda*.

Ерекше назар түрлік әртүрліліктің өзгеруіне және *Cymbella sp.* сияқты мезосапробты суларға тән төзімді индикаторлық түрлердің пайда болуына аударылды [9].

Экосистеманың күйі биоиндикацияның сапалық әдісімен бағаланды, ол ластануға сезімтал және төзімді түрлердің арақатынасына негізделді. Нәтижелердің интерпретациясы су организмдерінің сапробтық жіктелу қағидаларына сәйкес жүргізілді – сандық индекстер

есептелмей, органикалық ластану деңгейін көрсететін индикаторлық түрлердің болуына қарай анықталды [10].

Микроскопиялық бақылау нәтижелері бойынша ластану концентрациясының артуы мен биоәртүрліліктің өзгеруі бағаланды: олигосапробты жағдайлардан мезосапробты жағдайларға өту, диатомды балдырлардың басым болуы және қозғалмалы қарапайым жәндіктердің санының азаюы тіркелді.

Эксперименттік деректердің статистикалық өңдеуі вариациялық статистиканың стандартты әдістерін қолдану арқылы жүргізілді. Нәтижелер орташа мән $\pm$ стандартты ауытқу түрінде ұсынылды; айырмашылықтардың сенімділігі $p < 0,05$ маңыздылық деңгейінде бағаланды.

Зерттеу әдістемесі Қазақстан Республикасының Экологиялық кодексінің талаптарына және қолданыстағы санитарлық-гигиеналық нормативтерге сәйкес жүргізілді. Барлық талдаулар су объектілерін экологиялық зерттеуге арналған жалпы қабылданған әдістемелік ұсынымдарды сақтай отырып орындалды.

Нәтижелер мен талқылау

Леңгер өзені алабында өнеркәсіптік және ауылшаруашылығы ағындарының болуы оны антропогендік қысымға ұшыраған су нысанының типтік мысалына айналдырады. Леңгер өзенінің арнасы бойында минералдық қалдықтардың жиналу учаскелері тіркелген – болжам бойынша, бұлар бетон және кірпіш өндірістерінің, сондай-ақ көмір шахтасының қызметі нәтижесінде түзілген тау жыныстары мен құрылыс шөгінділері. Мұндай қалдықтар минералды-фосфатты қосылыстардың көзі болып табылады және олар беткі ағын арқылы суға түсіп, экожүйенің химиялық және биологиялық сипаттамаларын өзгерте алады [10]. Зерттеу микробалдырлар мен қарапайым жәндіктердің түрлік құрылымындағы өзгерістерді анықтауға бағытталған, өйткені дәл осы топтар қоректік заттардың ауытқуларына аса сезімтал және тез жауап береді. Микроскопиялық организмдер жедел биоиндикаторлар болып табылады – олардың саны, морфологиясы және қозғалыс белсенділігі күрделі химиялық талдауларсыз-ақ ластану деңгейін бағалауға мүмкіндік береді. Жарық микроскопиясы кезінде диатомды балдырлар (Bacillariophyta) анықталды. (Сурет 1).



Сурет 1 – Диатомды балдырлардың (Bacillariophyta) жарық микроскопиясы кезіндегі микрофотосуреттері

Микроскопиялық бақылаулар нәтижесінде су биоценоздарының реакциясының дәрежесі мен сипаты үйінді көзінің түріне (А және Б) және тұнбаның концентрациясына тәуелді екені анықталды. Айқын айырмашылықтар ластаушы заттарды сол мезетте қосу кезінде және үш тәуліктен кейінгі жағдайлар арасында байқалды, бұл түрлердің бейімделу процестерінің динамикасын бақылауға мүмкіндік берді.

Бастапқы кезеңде (үлгілер дайындалған сәтте) бақылау үлгісінде микробалдырлар мен қарапайым жәндіктердің қалыпты арақатынасы байқалды: қозғалыстағы инфузориялар мен амебалар, сондай-ақ жасыл және диатомды балдырлар тіркелді.

Б үйіндісімен дайындалған үлгілерде негізгі морфологиялық топтар сақталғанымен, қозғалыстағы формалардың саны аздап төмендеген. Қарапайым жәндіктердің қозғалыс белсенділігі орташа деңгейде болды, кейбір үлгілерде қозғалыссыз даралар кездесті.

А үйіндісінің үлгілерінде керісінше, қозғалыстағы формалардың дерлік толық жоқтығы тіркелді. Қарапайым жәндіктер сирек кездесіп, көбісі белсенді емес күйде болды. Микробалдырлар негізінен *Chlorella* және *Scenedesmus* туыстарына жататын жеке жасушалар мен ұсақ колониялар түрінде анықталды, ал диатомды формалар (*Navicula*, *Fragilaria*) өте аз мөлшерде кездесті. Мұндай жағдай биоценоздың жедел стресс реакциясы ретінде түсіндіріледі және бұл минералды бөлшектер мен фосфор құрамды қосылыстардың уытты әсерімен байланысты болуы мүмкін [11].

Кесте1 – Фосфатты қоспалардың әртүрлі концентрацияларында микробалдырлар мен қарапайымдылардың таралуы

№	Таксономиялық топ және түр	Бақылау 0%	Ластаушы заттардың қоспаларының су биоценозына әсері (бір мезеттік көрсеткіші)								Ластаушы заттардың қоспаларының су биоценозына әсері (3-ші тәуліктен кейінгі көрсеткіші)							
			А 0,1 %	А 0,3 %	А 0,5 %	А 1,0 %	Б 0,1 %	Б 0,3 %	Б 0,5 %	Б 1,0 %	А 0,1 %	А 0,3 %	А 0,5 %	А 1,0 %	Б 0,1 %	Б 0,3 %	Б 0,5 %	Б 1,0 %
	Қарапайымдылар																	
1	<i>Euglena viridis</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	+
2	<i>Euglena agilis</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
3	<i>Euglena proxima</i>	+																
4	<i>Katodinium sp.</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	
5	<i>Trachelomonas armata</i>	+	+	+	+		+	+	+			+	+			+	+	
6	<i>Trachelomonas echinata</i>	+	+				+	+	+			+	+			+	+	
7	<i>Phacus brevicaudatus</i>	+	+				+	+	+			+	+		+	+		
8	<i>Phacus triqueter</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+		
9	<i>Lepocinclis popova</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+		
10	<i>Lepocinclis sp.</i>	+	+	+			+	+				+	+		+	+	+	
11	<i>Colacium vesiculosum</i>	+	+	+	+		+	+	+			+	+			+	+	
12	<i>Colacium huber</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
13	<i>Pinnularia microstauron</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
14	<i>Oxytricha sp.</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
15	<i>Amoeba limax</i>	+	+				+	+			+	+	+	+	+	+	+	+
16	<i>Oicomonas sp.</i>	+	+	+	+		+	+	+		+				+	+	+	
17	<i>Amphidinium steinii</i>	+	+	+	+		+	+	+		+				+	+	+	
18	<i>Paramecium caudatum</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+			+	+	+	+
19	<i>Colpoda steinii</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	
20	<i>Stylonychia pustulata</i>	+	+	+	+		+	+					+		+		+	
21	<i>Vorticella sp.</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+		+	
22	<i>Euplotescharon</i>	+	+	+			+	+			+	+	+		+	+	+	
23	<i>Macrocyclops sp.</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	
24	<i>Cyclops sp.</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	+
	Балдырлар																	
1	<i>Chlorella vulgaris</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
2	<i>Scenedesmus quadricauda</i>	+	+	+	+		+	+	+	+			+		+	+	+	+
3	<i>Pediastrum boryanum</i>	+	+	+	+		+	+			+				+	+	+	
4	<i>Oocystis lacustris</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
5	<i>Ulothrix zonata</i>	+	+	+			+	+			+	+	+		+	+	+	
6	<i>Spirogyra sp.</i>	+	+	+			+	+			+	+	+		+	+	+	
7	<i>Cladophora glomerata</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	

№	Таксономиялық топ және түр	Бақылау 0%	Ластаушы заттардың қоспаларының су биоценозына әсері (бір мезеттік көрсеткіші)								Ластаушы заттардың қоспаларының су биоценозына әсері (3-ші тәуліктен кейінгі көрсеткіші)							
			A 0,1 %	A 0,3 %	A 0,5 %	A 1,0 %	B 0,1 %	B 0,3 %	B 0,5 %	B 1,0 %	A 0,1 %	A 0,3 %	A 0,5 %	A 1,0 %	B 0,1 %	B 0,3 %	B 0,5 %	B 1,0 %
8	<i>Ankistrodes musfalcatatus</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
9	<i>Chlamydomonas sp.</i>	+	+	+			+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	
10	<i>Closterium sp.</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
11	<i>Navicula lanceolata</i>	+	+	+	+		+	+	+						+	+	+	
12	<i>Navicula hybrida</i>	+	+	+	+		+	+	+									
13	<i>Navicula simulate</i>	+	+	+			+	+	+									
14	<i>Cymbella affinis</i>	+	+	+	+		+	+	+		+	+	+		+	+	+	
15	<i>Fragilaria famelica</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
16	<i>Fragilaria austriaca</i>	+	+	+			+	+	+		+				+	+		
17	<i>Achnanthesidium pyrenaicum</i>	+	+	+			+	+	+						+	+		
18	<i>Diatoma vulgaris</i>	+	+	+	+		+	+	+	+	+	+	+		+	+	+	+
19	<i>Amphoracoff eaeformis</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
20	<i>Lemnicola hungarica</i>	+	+	+			+	+	+		+				+	+		
21	<i>Aphanizomenon flosaquae</i>	+	+	+			+	+	+		+	+	+		+	+	+	
22	<i>Tolypothrix tenuis</i>	+	+	+			+	+	+									
23	<i>Nostoc pruniforme</i>	+	+	+	+		+	+	+		+				+	+	+	
24	<i>Oscillatoria chalybea</i>	+	+	+	+		+	+			+	+	+		+	+	+	
25	<i>Lecane bulla</i>	+	+	+	+		+	+										

Үшінші тәуліктен кейінгі жағдайда ұсталған үлгілерде микробиоценоз құрылымында елеулі өзгерістер байқалды. Б үйіндісімен дайындалған үлгілерде микробалдырлар мен қарапайым жәндіктердің санының артуы тіркелді; амебалар мен инфузориялардың белсенді формаларының пайда болуы олардың бастапқы тежелуден кейін тіршілік белсенділігін қалпына келтіре алғанын көрсетті. Бұл биоценоздың орташа деңгейдегі ластануға бейімделу қабілетін дәлелдейді. А үйіндісімен алынған үлгілерде де белсенділіктің ішінара қалпына келуі байқалды: бастапқы кезеңде болмаған амебалар мен инфузориялар қайта пайда болды. Дегенмен, жоғары концентрацияларда (0,5-1,0%) қалпына келу шектеулі болды, ал төмен концентрациялардағы (0,1-0,3%) үлгілерде *Chlorella sp.* балдырларының көбеюі айқын көрінді.

Барлық үлгілерде, диатомды балдырлар (*Navicula*, *Fragilaria*) сақталды, бұл олардың экологиялық икемділігінің жоғары екенін көрсетеді. Алайда олардың саны тұнба концентрациясы артқан сайын азайды. Жасыл балдырлар (*Chlorella*, *Scenedesmus*) неғұрлым төзімді болып шықты және барлық үлгілерде дерлік кездескен, тек А үйіндісінің 1%-дық нұсқасында олардың толық болмауы байқалды. Бұл жағдай фотосинтетикалық жүйе үшін шекті жүктеме деңгейін көрсетуі мүмкін. Үш тәуліктен кейін амебалар ең белсенді организмдер ретінде байқалды, олардың қозғалысы әрекеттері биоценоздың қалпына келу белгілері ретінде бағаланды [12].

Бақылау және тәжірибелік үлгілерді салыстыру нәтижесінде келесі үрдістер айқындалды:

Алғашқы сағаттарда – организмдердің тіршілік белсенділігінің күрт төмендеуі, әсіресе А үйіндісінің үлгілерінде;

Үш тәуліктен кейін – бейімделу белгілерінің пайда болуы және биоценоз құрылымының біртіндеп қалпына келуі;

Ең төзімді қауымдастықтар төмен концентрациялардағы (0,1-0,3%) үлгілерде, әсіресе Б нүктесінің сынамаларында байқалды.

Осылайша, алынған нәтижелер экожүйенің екі фазалы реакциясын айқын көрсетеді: бастапқы стресс кезеңі мен кейінгі бейімделу кезеңі. Бұл қорытындылар фосфорқұрамды қосылыстардың әсерінен су биоценоздары уақытша белсенділікті төмендетіп, кейін төзімді түрлердің есебінен қалпына келетіні туралы әдеби деректермен сәйкес келеді [13].

Алынған нәтижелер Леңгер өзенінің биоценозы қысқа мерзімді биогендік және минералды ластануға белгілі бір тұрақтылыққа ие екенін көрсетеді. А үйіндісінің әсері айқынырақ уыттылықпен сипатталады, бұл, мүмкін, құрамындағы сілтілі және фосфаты қосылыстардың жасушалық осмостық тепе-теңдікке әсер етуімен байланысты. Ал Б үйіндісі керісінше, жұмсақ әсер етеді және биоәртүрліліктің сақталуына мүмкіндік береді. Үш тәуліктен кейін организмдердің саны ғана емес, олардың трофикалық топтарының алуан түрлілігі де артты, бұл бейімделу биоценоздың өзін-өзі қалпына келтіру қабілетін дәлелдейді [14].

Осылайша, тәжірибе нәтижелері су жүйесінің өздігінен реттелу қабілетін көрсетеді, яғни қысқа мерзімді ластанудан кейін микробиологиялық көрсеткіштердің біртіндеп қалпына келуі байқалады [15]. Алынған деректер экожүйенің тұрақты күйден тұрақсыз күйге ауысатын шекті концентрацияларын анықтауға, сондай-ақ аймақтың шағын өзендеріне түсетін фосфаттық жүктемені биоиндикациялық бағалау критерийлерін әзірлеуге мүмкіндік береді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері минералды фосфор құрамды үйінді тұнбаларының Леңгер өзенінің су биоценозының құрылымы мен белсенділігіне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Зерттеу жұмысының алғашқы кезеңінде, әсіресе А үйіндісінің әсерінен, қарапайым жәндіктердің белсенділігі төмендеп, микробалдырлар саны азайған. Үш тәуліктен кейін биоактивтіліктің ішінара қалпына келуі, амебалар мен инфузориялардың пайда болуы және *Chlorella sp.* Балдырларының көбеюі тіркелді. Экожүйе екі фазалы реакция көрсетті – бастапқы стресс және кейінгі бейімделу кезеңдері, бұл биоценоздың орташа ластану деңгейінде (0,1-0,3%) өзін-өзі реттеу қабілетінің бар екенін, ал жоғары фосфаттық жүктемеге сезімтал екенін дәлелдейді. Алынған нәтижелер микробалдырлар мен қарапайым жәндіктерді өңірдің шағын өзендерінің экологиялық жағдайының биоиндикаторлары ретінде қолдануға болатынын растайды.

Әдебиеттер тізімі

1. Eutrophication: Causes, Consequences and Controls in Aquatic Ecosystems. Nature Education Knowledge Project (Scitable). Дата обращения: 8 октября 2025. <https://www.nature.com/scitable/knowledge/library/eutrophication-causes-consequences-and-controls-in-aquatic-102364466/>.
2. Indicators: Phosphorus. U.S. Environmental Protection Agency (EPA), 2013. 8 октября 2025. <https://www.epa.gov/national-aquatic-resource-surveys/indicators-phosphorus>.
3. Strokol, Vita, и Anastasia Hats. 2025. «Biogenic Pollution of the Unava River Waterbody» Scientific Reports of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine (ahead of print). <https://doi.org/10.31548/dopovidi/1.2025.09>.
4. Rajkumar V. Effect of Agricultural Activities on Surface Water Quality of Kolthur and Sampambale Lakes of Medchal Malkajgiri District, Telangana India / V. Rajkumar, K. Shailaja, S. Gangadhar Rao // Environmental Reports. – 2024. <https://doi.org/10.51470/er.2024.6.2.01>.
5. Environmental Pollution Load on Surface Water Chemistry and Potentially Ecological Risks of Inland and Aquatic Ecosystem in South-Eastern State, Nigeria / E.A. Ubuoh, F.U. Nwogu, Cosmas Ofoegbu, P.C. Chikezie // Environmental Systems Research. – 2023. – № 12(1). <https://doi.org/10.1186/s40068-023-00302-x>.
6. Study of the Possibility of Biorecultivation of Soils Contaminated with Brown Coal Waste / A. Issayeva et al // Journal of Ecological Engineering. – 2024. – № 25(4). – P. 314-322. <https://doi.org/10.12911/22998993/185294>.
7. Минсаринова Б.Қ. Жалпы гидробиология: оқу құралы / Б.Қ. Минсаринова, Б.Е. Есжанов. – 2017. – Алматы: Қазақ университеті.

8. Inhibition Effectsof Petroleum Products on Nitrogenand Phosphorous Removal / V. Dubovik et al // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2022. – № 981(042008). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/4/042008>.
9. Biomonitoringand Bioassessment / Moog et al // B Riverine Ecosystem Management: Science for Governing Towards a Sustainable Future. – 2018. – P. 415-436. Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-73250-3_19.
10. Identificationof River Water Pollution Based on Saprobic Index of Macrozoobenthosin Anggokoine River, Oheo Sub-District North Konawe District. 2025.
11. Ciliatesas Bioindicatorsof Water Quality: A Case Study in the Neotropical Regionand Evidence of Phylogenetic Signals (18S-rDNA) / Dias, Roberto Júnio Pedroso et al // Environmental Pollution. – 2021. – № 268 (Pt A). – Vol. 115760. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115760>.
12. Protozoan Communities Serveas a Strong Indicatorof Water Quality in the Nile River / El-Tohamy et al // Scientific Reports. – 2024. – № 14 (July). –P. 16382. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-66583-z>.
13. Analysis of Water Quality, Bioindicators, Contaminantsand Their CytogeneticImpactsin a Cerrado Reservoir / Benicio, Sarah Haysa et al // Revista Brasileirade Ciências Ambientais (aheadofprint). – 2025. <https://doi.org/10.5327/z2176-94782115>.
14. The Influence of Abiotic Factorson Organisms-Hydrobionts of Activated Sludge / Sh. Baimukasheva et al // Journal of Ecological Engineering. – 2023. – № 24(10). – P. 125-133. <https://doi.org/10.12911/22998993/170165>.
15. Rashed M.N. Photocatalytic Degradation of Rhodamine-B Dye Using Composite Preparedfrom Drinking Water Treatment Sludgeand Nano-TiO₂ / M.N. Rashed, M.A.E.-D. El-Taher, S.M.M. Fadlalla // Environmental Quality Management. – 2022. – № 31(3). – P. 175-185. <https://doi.org/10.1002/tqem.21772>.

Ж.Қ. Оспанова^{1,2*}, Л.К. Асамбаева², Ж.Ш. Рахимбердиева^{2,3}, М.Д. Касимбекова⁴

¹Центрально-Азиатский инновационный университет,
160021, Республика Казахстан, г. Шымкент, ул. Мадели Кожа, 137/1

²Шымкентский университет,
160031, Республика Казахстан, г. Шымкент, ул. Жибек Жолы, 131

³Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова,
160018, Республика Казахстан, г. Шымкент, пр. Тауке хана, 5

⁴Южно-Казахстанская медицинская академия,
160019, Республика Казахстан, г. Шымкент, пл. Аль-Фараби, 1/1

*e-mail: zhannaospanova4@gmail.com

БИОИНДИКАЦИЯ ВЛИЯНИЯ ФОСФОРСОДЕРЖАЩИХ ОТХОДОВ НА ВОДНЫЕ БИОЦЕНОЗЫ РЕКИ ЛЕНГЕР

В статье исследовано влияние фосфорсодержащих отходов техногенного происхождения на экологическое состояние водной экосистемы реки Ленгер, расположенной в южном регионе Казахстана. Отбор проб воды осуществлялся в июне 2025 года на пяти участках, характеризующихся различным уровнем антропогенной нагрузки. Лабораторные эксперименты проводились с использованием образцов речной воды и техногенных породных отвалов с добавлением фосфорсодержащих остатков в концентрациях 0,1%, 0,3%, 0,5% и 1,0%; контрольные образцы не содержали дополнительных примесей. Инкубация осуществлялась в течение 72 часов при температуре 22-24 °С в условиях естественного освещения.

В ходе таксономического анализа были выявлены представители фитопланктона и простейших, относящиеся к отделам Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta и Protozoa. Среди зелёных водорослей доминировали *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus quadricauda*; диатомовые водоросли были представлены преимущественно видами *Navicula vulpina* и *Fragillaria austriaca*; эвгленовые водоросли – *Euglena agilis* и *Phacus brevicaudatus*. В пробах также отмечено присутствие цианопрокариот (*Oscillatoria*, *Anabaena*) и простейших (*Paramecium*, *Arcella*, *Euplotes*), что свидетельствует о высоком трофическом статусе водоёма и наличии органического загрязнения.

При концентрациях 0,1-0,3% наблюдалось активное развитие *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus quadricauda*, тогда как при 0,5-1,0% отмечались угнетение роста большинства видов, снижение прозрачности воды и формирование органо-минеральных осадков. Наибольшую чувствительность к фосфатному загрязнению проявили диатомовые водоросли.

Полученные результаты показывают, что при низких концентрациях фосфорсодержащих отходов фотосинтетическая активность микроводорослей возрастает, что отражает их способность использовать поступающие вещества в качестве источников питания. Однако повышение концентраций до пороговых значений приводит к нарушению устойчивости водных сообществ и деградации биоценоза. Таким образом, выявленные закономерности подтверждают возможность использования микроводорослей и простейших в качестве надёжных биоиндикаторов антропогенного воздействия и экологического состояния малых речных экосистем Казахстана.

Ключевые слова: река Ленгер; фосфорсодержащие отходы; микроводоросли; простейшие; биоиндикация; сапробность; экологическое состояние.

Zh.K. Ospanova^{1,2*}, L.K. Asambaeva², Zh.Sh. Rakhimberdieva^{2,3}, M.D. Kassimbekova⁴

¹Central Asian Innovation University,
160021, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 137/1 Madeli Kozha St.

²Shymkent University,
160031, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 131 Zhibek Zholy St.

³M. Auezov South Kazakhstan University,
160018, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 5 Tauke Khan Ave.

⁴South Kazakhstan Medical Academy,
160019, Republic of Kazakhstan, Shymkent, 1/1 Al-Farabi Square

*e-mail: zhannaospanova4@gmail.com

BIOINDICATION OF THE EFFECT OF PHOSPHORUS-CONTAINING WASTES ON AQUATIC BIOCEANOSES OF THE LENGER RIVER

This article investigates the impact of technogenic phosphorus-containing waste on the ecological condition of the aquatic ecosystem of the Lenger River, located in the southern region of Kazakhstan. Water samples were collected in June 2025 from five sites characterized by different levels of anthropogenic load. Laboratory experiments were conducted using river water samples and technogenic waste rock materials with the addition of phosphorus-containing residues at concentrations of 0.1%, 0.3%, 0.5%, and 1.0%; control samples did not contain any additional impurities. Incubation was carried out for 72 hours at a temperature of 22-24°C under natural light conditions.

Taxonomic analysis revealed representatives of phytoplankton and protozoa belonging to the divisions Chlorophyta, Euglenophyta, Bacillariophyta, Cyanophyta, and Protozoa. Among green algae, *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* predominated; diatoms were represented mainly by *Navicula vulpina* and *Fragillaria austriaca*; euglenophytes included *Euglena agilis* and *Phacus brevicaudatus*. Samples also contained cyanoprokaryotes (*Oscillatoria*, *Anabaena*) and protozoa (*Paramecium*, *Arcella*, *Euplotes*), indicating high trophic status and organic pollution of the water.

At concentrations of 0.1-0.3%, active development of *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda* was observed, whereas at 0.5-1.0% most species exhibited growth inhibition, decreased water transparency, and the formation of organo-mineral sediments. Diatom algae showed the highest sensitivity to phosphate contamination.

The obtained results demonstrate that low concentrations of phosphorus-containing wastes enhance the photosynthetic activity of microalgae, indicating their ability to utilize these substances as nutrient sources. However, increasing concentrations to threshold levels lead to destabilization of aquatic communities and degradation of the biocenosis. Thus, the revealed patterns confirm that microalgae and protozoa can be effectively used as reliable bioindicators of anthropogenic impact and ecological status in small river ecosystems of Kazakhstan.

Key words: Lenger River, phosphorus-containing wastes, microalgae, protozoa, bioindication, saprobity, ecological status.

Авторлар туралы мәліметтер

Жанна Хожановна Оспанова* – биология ғылымдарының кандидаты, PhD, доцент м.а.; Орталық Азия Инновациялық Университеті; Шымкент университеті, Қазақстан Республикасы; e-mail: zhannaospanova4@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3752-7853>.

Лаззат Каликбаевна Асамбаева – биология ғылымдарының кандидаты, аға оқытушы, Шымкент университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: asambayeva.lazzat@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2081-0935>.

Жанар Шерахметовна Рахимбердиева – М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті; Шымкент университеті, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: rakhimberdiyeva80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9752-5986>.

Мереке Даулетбековна Касимбекова – PhD, фармацевтік өндірістің технологиясы кафедрасының доцент м.а., «Оңтүстік Қазақстан Медицина академиясы» АҚ, Шымкент қ., Қазақстан Республикасы; e-mail: k.m.dauletbekovna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6865-2003>.

Информация об авторах

Жанна Хожановна Оспанова* – кандидат биологических наук, PhD, исполняющая обязанности доцента; Центрально-Азиатский инновационный университет; Шымкентский университет, г. Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: zhannaospanova4@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3752-7853>.

Лаззат Каликбаевна Асамбаева – кандидат биологических наук, старший преподаватель, Шымкентский университет, Республика Казахстан; e-mail: asambayeva.lazzat@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2081-0935>.

Жанар Шерахметовна Рахимбердиева – Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова; Шымкентский университет, г. Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: rakhimberdiyeva80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9752-5986>.

Мереке Даулетбековна Касимбекова – PhD, исполняющая обязанности доцента кафедры технологии фармацевтического производства, Южно-Казахстанская медицинская академия, г. Шымкент, Республика Казахстан; e-mail: k.m.dauletbekovna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6865-2003>.

Information about the authors

Zhanna Khozhanovna Ospanova* – Candidate of Biological Sciences (PhD), Acting Associate Professor, Central Asian Innovation University; Shymkent University, Shymkent, Republic of Kazakhstan; e-mail: zhannaospanova4@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-3752-7853>.

Lazzat Kalikbaevna Asambayeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer; Shymkent University, Republic of Kazakhstan; e-mail: asambayeva.lazzat@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0009-0002-2081-0935>.

Zhanar Sherakhmetovna Rakhimberdieva – M. Auezov South Kazakhstan University; Shymkent University, Republic of Kazakhstan; e-mail: rakhimberdiyeva80@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9752-5986>.

Mereke Dauletbekovna Kassimbekova – PhD, Acting Associate Professor of the Department of Pharmaceutical Production Technology, South Kazakhstan Medical Academy, Shymkent, Republic of Kazakhstan; e-mail: k.m.dauletbekovna@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6865-2003>.

Редакцияға енуі 05.01.2026

Өңдеуден кейін түсуі 24.02.2026

Жариялауға қабылданды 25.02.2026

[https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1\(21\)-46](https://doi.org/10.53360/2788-7995-2026-1(21)-46)



FTAXP: 65.53.03

Ө.М. Айтпан¹, Э.К. Асембаева^{1*}, А.Е. Рябова², А.Ж. Божбанов¹, А.Б. Есенова¹

¹Алматы технологиялық университеті

050012, Қазақстан Республикасы, Алматы қаласы, Төле би көшесі 100

²Бүкілресейлік сүт өнеркәсібі ғылыми-зерттеу институты

115093, Ресей, Мәскеу қаласы, Лусиновская көшесі 35

*e-mail: asembayevae@bk.ru

ZIZIPHUS JUJUBA MILL. ЖЕМІСТЕРІНІҢ ҰНТАҒЫ – ФУНКЦИОНАЛДЫҚ ӨСІМДІК ИНГРЕДИЕНТІ

Аңдатпа: Бұл мақаладағы зерттеу жұмысы *Ziziphus jujuba* Mill. (унаби, зизифус) жемістерінен алынған ұнтақты функционалдық өсімдік ингредиенті ретіндегі тағамдық және биологиялық құндылығын кешенді бағалауға арналған. Зерттеу нысаны ретінде Алматы облысы, Шелек ауданында өсірілген зизифус жемістері пайдаланылды. Жемістер 45 °C температурада дегидратацияланып, ұнтақ түрінде өңделді.

Ұнтақтың физика-химиялық құрамы стандартталған әдістер бойынша анықталды: ылғалдылығы 6,31%, көмірсу мөлшері 67,12%, тағамдық талшықтар 8,66%, ақуыз 5,62% және май 3,63% құрады. Төмен ылғалдылық деңгейі ұнтақтың сақтау тұрақтылығын арттыратыны

©Ө.М. Айтпан, Э.К. Асембаева, А.Е. Рябова, А.Ж. Божбанов, А.Б. Есенова, 2026