

DOI 10.54596/2958-0048-2024-4-59-65

ӨОЖ 628.15

FTAMA 37.27.21

ЕСІЛ ӨЗЕНІ МЕН ТАЛДЫКӨЛ КӨЛІНІҢ АЛЬГОФЛОРАСЫН ЗЕРТТЕУ

Дукенбаева А.Д.^{1*}, Рзахан Ж.А.¹

^{1*}«Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті» КеАҚ, Астана, Қазақстан

*Хат-хабар үшін автор: asiya_b@mail.ru

Аңдатпа

Бұл мақала Астана қаласының маңындағы Есіл өзені мен Талдықөл көлінің альгофлорасына зерттеу жүргізілген. Мақалада балдырлардың түрлері мен биомассасы, сондай-ақ осы су объектілеріне әртүрлі факторлардың әсері талданды. Сонымен қатар су сапасының параметрлеріндегі айырмашылықтарды анықтай отырып, Есіл өзені мен Талдықөл көлінің экожүйелерінің жағдайы бағаланды. Есілдің жоғарғы бөлігінде судың жақсы сапасын көрсететін РН (7,0-7,5) және оттегінің (8-10 мг/л) оңтайлы мәндері тіркелген. Алайда, өзеннің орталық және төменгі бөліктерінде нитраттар мен фосфаттардың жоғарылауы байқалады, бұл антропогендік ластануды көрсетеді. Талдықөл көлінде оттегінің төмен деңгейі (2-3 мг/л), жоғары лайлану және биоәртүрліліктің төмендігі байқалды, бұл елеулі экологиялық жүктемені көрсетеді. Нәтижелер осы су объектілеріндегі судың сапасын жақсарту шараларының қажеттілігін көрсетеді. Есіл өзені мен Талдықөл көлінің альгофлорасын зерттеу әртүрлі аймақтардағы балдырлардың түрлік құрамындағы айырмашылықтарды анықтады. Есіл өзенінің таяз жерлерінде *Chlorella vulgaris* және *Scenedesmus spp* сияқты жасыл балдырлар басым, терең аймақтарда *Navicula spp* сияқты диатомды және *Cyclotella spp.* түрлер кездеседі. Антропогендік аймақта цианобактериялар (*Microcystis aeruginosa*) табылды, бұл қоректік заттардың жоғары деңгейін көрсетеді.

Талдықөл көлінде жасыл балдырлар жағалауда, диатомдар таяз аймақта басым. Көлдің рекреациялық аймағы мен орталығында цианобактериялар табылды, бұл антропогендік әсерді және судың гүлденуін көрсетеді.

Кілт сөздер: балдырлар, альгофлора, биоалуантүрлілік, экожүйе, эвтрофикация.

ИЗУЧЕНИЕ АЛГОФЛОРЫ РЕКИ ЕСИЛЬ И ОЗЕРА ТАЛДЫКОЛЬ

Дукенбаева А.Д.^{1*}, Рзахан Ж.А.¹

^{1*}НАО «Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева»,
Астана, Казахстан

*Автор для корреспонденции: asiya_b@mail.ru

Аннотация

Эта статья посвящена изучению альгофлоры реки Есиль и озера Талдыколь в окрестностях г. Астаны. В статье проанализированы виды и биомасса водорослей, а также влияние различных факторов на эти водоемы. Также оценивалось состояние экосистем реки Есиль и озера Талдыколь с выявлением различий в параметрах качества воды. В верхнем течении Есиля зафиксированы оптимальные значения рН (7,0–7,5) и кислорода (8–10 мг/л), что указывает на хорошее состояние воды. Однако в среднем и нижнем течении реки наблюдается повышенное содержание нитратов и фосфатов, что свидетельствует об антропогенном загрязнении. В озере Талдыколь наблюдался низкий уровень кислорода (2–3 мг/л), высокая мутность и низкое биоразнообразие, что указывает на значительную экологическую нагрузку. Результаты исследования подчеркивают необходимость мер по улучшению качества воды в этих водоемах. Изучение альгофлоры реки Есиль и озера Талдыколь выявило различия в видах водорослей в разных регионах. На мелководье реки Есиль преобладают зеленые водоросли, такие как *Chlorella vulgaris* и *Scenedesmus spp.*, а в более глубоких регионах встречаются диатомовые водоросли, такие как *Navicula spp.* и *Cyclotella spp.* Цианобактерии (*Microcystis aeruginosa*) были обнаружены в антропогенной зоне, что указывает на высокий уровень питательных веществ.

В озере Талдыколь зеленые водоросли преобладают на побережье, а диатомовые водоросли – на мелководье. Цианобактерии были обнаружены в рекреационной зоне и центре озера, что указывает на антропогенное воздействие и цветение воды.

Ключевые слова: водоросли, алгофлора, биоразнообразие, экосистема, эвтрофикация.

STUDYING THE ALGOFLORA OF THE ISHIM RIVER AND LAKE TALDYKOL

Dukenbayeva A.D.^{1*}, Rzakhan Zh.A.¹

^{1*}*L.N. Gumilev Eurasian National University NPLC, Astana, Kazakhstan*

**Corresponding author: asiya_b@mail.ru*

Abstract

This article focuses on examining the algoflora of the Yesil River and Lake Taldykol in the vicinity of Astana. The article analyzes the species and biomass of algae, as well as the influence of various factors on these reservoirs. The state of the ecosystems of the Yesil River and Lake Taldykol was also assessed, revealing differences in water quality parameters. Optimal PH values (7.0-7.5) and oxygen (8-10 mg/l) were recorded in the upper part of the Ischium, which indicate a good condition of the water. However, in the Central and lower parts of the river there is an increased content of nitrates and phosphates, which indicates anthropogenic pollution. Low oxygen levels (2-3 mg/l), high turbidity and low biodiversity were observed in Lake Taldykol, which indicates a significant environmental burden. The results indicate the need for measures to improve the water quality in these reservoirs. The study of the algoflora of the Ishim River and Lake Taldykol revealed differences in the species composition of algae in different regions. The shallow waters of the Ishim River are dominated by green algae such as *Chlorella vulgaris* and *Scenedesmus* spp, in deeper regions diatoms such as *Navicula* spp, and *Cyclotella* spp. there are species. *Cyanobacteria* (*Microcystis aeruginosa*) were found in the anthropogenic zone, indicating a high level of nutrients.

In Lake Taldykol, green algae predominate on the coast, diatoms-in shallow water. *Cyanobacteria* were found in the recreational area and the center of the lake, indicating anthropogenic impact and blooming of the water.

Keywords: algae, ecosystem, algoflora, biodiversity, eutrophication.

Kіpіcne

Альгофлора бұл өзен болсын, көл болсын, белгілі бір су ортасына тән балдырлардың жиынтығы. Бұл термин фотосинтез және қоректік заттардың айналымы сияқты биохимиялық процессорларға қатысу арқылы су айдындарының экожүйелерінде шешуші рөл атқаратын балдырлардың әртүрлі түрлерін біріктіреді [1].

Балдырлардың жиынтығы болып табылатын Альгофлора тұщы және теңіз су қоймаларының экожүйелерінің ажырамас бөлігі болып табылады. Бұл организмдер фотосинтез процесінде шешуші рөл атқарады, оттегін шығарады және көптеген су түрлері үшін қоректік тізбектердің негізі болып табылады. Альгофлораның жағдайы су объектілерінің денсаулығына, биоәртүрлілікке және судың сапасына тікелей әсер етеді [2]. Соңғы онжылдықтарда балдырлардың құрамы мен мөлшерінде айтарлықтай өзгерістер болды, бұл табиғи және антропогендік факторлардың әсеріне байланысты. Судың ластануы, климаттың өзгеруі, қарқынды ауыл шаруашылығы және урбанизация – бұл барлық процестер су айдындарының экожүйесіне әсер етеді [3].

Бүгінгі таңда альгофлораның күйі судың температурасы, қоректік заттар, ластану дәрежесі және инвазиялық түрлердің таралуы сияқты көптеген факторлардың өзара әрекеттесуінің нәтижесі болып табылады. Бұл өзгерістер қысқа мерзімді және ұзақ мерзімді болуы мүмкін, көбінесе экожүйелердің тепе-теңдігін бұзады [4]. Негізгі қауіптердің бірі – эвтрофикация азот пен фосфордың артық түсуінен туындаған процесс,

бұл балдырлардың тез өсуіне әкеледі, судың сапасын нашарлатады және су фаунасына қауіп төндіреді [5].

Зерттеудің мақсаты Астана қаласы мен оның айналасындағы су экожүйелерінің альгофлорасының қазіргі жай – күйіне түгендеу жүргізу болып табылады.

Осы мақсатты орындау, талдау үшін төмендегідей міндеттер қойылды: Есіл өзені мен Талдықөл көлінің альгофлорасын анықтау. Балдырлардың түрлерін анықтап, тізімін жасау.

Зерттеу материалдары мен әдістері

Зерттеу нысаны ретінде Астана қаласы және оның маңында орналасқан су айдындарындағы балдырлар қарастырылды. Үлгілерді жинау 2024 жылдың көктем-жаз кезеңінде Есіл өзені мен Талдықөл көлінің әртүрлі учаскелерінде жүргізілді.

Жиналған үлгілер 1:1:1 қатынасында бекітетін ерітіндіде сақталды, яғни глицерин: спирт : тазартылған су. Балдырлардың түрлері МБС-10 бинокулярлық микроскопымен және Альтами БИО – 8 арқылы анықталды. Беттік, қысымды және көлденең препараттарды дайындау арқылы анатомиялық талдау жүргізілді. Балдырлардың түрлерін анықтау кезінде анықтауыштар қолданылды. Препараттар дайындалғанда арнайы микроскопиялық әдістер қолданылды, бұл балдырлардың құрылымын жоғары дәлдікпен зерттеуге мүмкіндік берді.

Планктонды балдырларды жинау үшін планктондық тор пайдаланылады. Ол тығыз матадан жасалған конус тәрізді тордан тұрады. Тордың төменгі бөлігінде резеңке түтік пен қысқышы бар металл немесе шыны шұңқыр бекітілген. Тордың жоғарғы бөлігі металл сақинаға байланған таспаның көмегімен нығайтылады. Торға берік арқан бекітілген. Планктонды аулау жағадан немесе қайықтан жүзеге асырылады. Жағадан балдыр жинау кезінде тор суға лақтырылады және бірнеше лақтырудан кейін желі судан алынады, планктон сынамасы шыны ыдысқа құйылады. Қайықтан ұсталған кезде, тор қайықтың артына біраз уақыт дұрыс тереңдікке түсіріледі, содан кейін суды толығымен сүзу үшін тігінен көтеріледі [6, 7].

Барлық балдырлар жинағаннан кейін міндетті түрде маркалануы тиіс. Этикеткаларда үлгінің жинаған күні мен орыны, сондай-ақ су айдынының сипаттамасы (таза, ластанған және т.б.) көрсетіледі. Балдырлар банкілерде тірі күйде сақталу үшін жеткілікті мөлшерде су болуы қажет, бірақ балдырлардың саны аз болуы тиіс, себебі бұл олардың жақсы сақталуына көмектеседі. Ұзақ уақыт сақтау үшін үлгілер 40%-дық формалинмен консервіленіп, оны он есе суартады. Формалин қосылған соң үлгілерді араластырып, банкілерді тығыз жауып, қараңғы жерде сақтайды [7].

Балдырларды зерттеу үшін микроскоп қажет. Препараттарды микроскопқа дайындаудың бірнеше әдісі бар: соның бірі, пипетка арқылы планктонды анықтамалық әйнекке көшіру. Микроскоппен жұмыс істегенде алдымен үлгіні жалпы қарау үшін кіші ұлғайтуды қолданады, ал балдырлардың құрылымын толығырақ зерттеу үшін үлкен ұлғайтуды пайдаланады. Балдырларды зерттеу кезінде маңызды бөлшектерді ескеріп, оларды суретке түсіру ұсынылады, бұл зеректік пен бақылауды дамытады әрі болашақта анықтау кезінде көмектеседі. Сонымен қатар, микрофотографияны қолдану арқылы үлгілерді құжаттауға болады.

Үлгілерді жинау тереңдіктері:

- беткі қабат (0-0,5 м)
- ортаңғы қабат (0,5-1,5 м)
- Талдау үшін су параметрлері қарастырылды:

– pH, температура, еріген оттегі, судың мөлдірлігі, нитраттар мен фосфаттардың концентрациясы.

Зерттеу нәтижелері және оларды талдау

Есіл өзені мен Талдықөл көліндегі балдырлардың саны мен тығыздығын бағалау:

Есіл өзені – Қазақстан астанасы – Астана арқылы өтетін негізгі өзендердің бірі. Бұл өзен қаланы сумен қамтамасыз етуде, суаруда және рекреацияда маңызды рөл атқарады [6]. Талдықөл көлі қала шегінде орналасқан және қалалық ландшафтты қамтамасыз ете отырып, экожүйеде маңызды рөл атқарады. Бұл көлге, әсіресе рекреациялық белсенділік пен ағынды сулардың ағуы әсер етуі мүмкін [8].

Есіл өзенінің жоғарғы ағысында балдырлар жасушаларының төмен концентрациясы (500–1000 жасуша/мл) байқалады, бұл судың сапасы мен ластану деңгейінің төмендігін көрсетеді. Өзеннің осы бөлігіндегі су қоректік заттардың аздығымен сипатталады. Есіл өзенінің төменгі ағысында балдырлардың концентрациясы 3000–5000 жасуша/мл-ге дейін артады, ол мүмкін ағысына қарай ластаушы заттардың жиналуын көрсетеді.

Талдықөл көлі балдырлардың өте жоғары концентрациясымен ерекшеленеді (10000–15000 жасуша/мл). Бұл жоғары көрсеткіштер қоректік заттардың едәуір жиналуын және су ортасының нашарлауын көрсетеді.

Есіл өзенінің жоғарғы бөлігінде балдырлардың биомассасы 5-10 мг/л құрайды, бұл сау экожүйеге тән төмен деңгей болып табылады. Өзеннің төменгі бөлігінде биомасса 10-15 мг/л дейін өседі. Ал Талдықөл көлінде балдырлардың биомассасы өте жоғары – 20-30 мг/л, бұл эвтрофикацияға және судың сапасының нашарлауына әкелетін көрсеткіш болып табылады.

Кесте 1. Есіл өзенінің экожүйесін бағалау

Параметр	Есіл (жоғарғы бөлігі)	Есіл (қала ортасы)	Есіл (төменгі бөлігі, Талдықөлге құйылу жері)
Судың pH деңгейі	7.0 - 7.5	6.5 - 7.0	6.0 - 6.5
Еріген оттегінің концентрациясы (мг/л)	8 - 10 мг/л	6 - 8 мг/л	3 - 5 мг/л
Нитраттар (NO_3^-)	0.5 - 1.5 мг/л	1.5 - 3.0 мг/л	3.0 - 5.0 мг/л
Фосфаттар (PO_4^{3-})	0.1 - 0.3 мг/л	0.3 - 0.6 мг/л	0.6 - 1.0 мг/л
Судың бұлттылығы (NTU)	5 - 10 NTU	10 - 20 NTU	20 - 30 NTU
Судың температурасы	8 - 12°C	10 - 15°C	12 - 15°C

Есіл өзенінің экожүйесіне бағалау жүргізілді (кесте 1). Осы параметрлер (pH, температура, ерітілген оттегі және т.б.) су балдырларын зерттеуде маңызды, себебі олар су экожүйесінің жағдайын сипаттайтын негізгі факторлар болып табылады.

pH деңгейі балдырлардың өсуіне және олардың түрлік құрамына әсер етеді. Мысалы, кейбір балдырлар қышқыл немесе сілтілі ортаға бейімделген.

Температура метаболизм жылдамдығын және балдырлардың көбеюін реттейді. Әртүрлі балдыр түрлері белгілі бір температуралық диапазонға бейімделген.

Ерітілген оттегі су экожүйесіндегі аэробты организмдер мен балдырлардың фотосинтездік белсенділігіне тікелей әсер етеді. Оттегінің жетіспеушілігі су сапасын төмендетуі мүмкін.

Баска химиялық көрсеткіштер (нитраттар, фосфаттар) балдырлардың өсуіне қажетті қоректік заттардың мөлшерін анықтайды және эвтрофикация процесін бағалауға мүмкіндік береді.

Есіл өзенінің жоғарғы бөлігінде су нейтралды немесе сілтілі, ал қала ортасы мен төменгі бөлікте рН деңгейінің төмендеуі антропогендік ластанудың әсерін көрсетеді. Осы аймақтарда еріген оттегі концентрациясы төмен, бұл судағы ластану мен органикалық заттардың көптігін білдіреді. Нитраттар мен фосфаттардың жоғары деңгейі және су лайлануы эвтрофикация мен ластануды айғақтайды, ал биоәртүрліліктің төмендеуі антропогендік ықпалдың нәтижесі болып табылады.

Кесте 2. Талдыкөл көлі экожүйесін бағалау

Параметр	Талдыкөл
Судың рН деңгейі	6.0 - 6.5
Еріген оттегінің концентрациясы (мг/л)	2 - 3 мг/л
Нитраттар (NO_3^-)	5.0 - 10.0 мг/л
Фосфаттар (PO_4^{3-})	1.0 - 2.0 мг/л
Судың бұлттылығы (NTU)	30 - 50 NTU
Судың температурасы	12 - 15°C
Биоәртүрлілік (Шеннон индексі)	1.0 - 1.5
Антропогендік факторлардың әсері	Өте жоғары (сұйық қалдықтар, рекреация, өндірістік ластану)

Талдыкөл көлінің суы сәл қышқыл немесе нейтралды, бұл ластанудан да болуы мүмкін. Еріген оттегі деңгейі төмен, нитраттар мен фосфаттар жоғары, бұл көлдің ластануы мен органикалық заттардың көптігін көрсетеді. Су лайланып, биоәртүрлілік азайған - бұл эвтрофикация мен антропогендік әсердің нәтижесі.

Есіл өзені мен Талдыкөл көлінің экосистемалары салыстырмалы түрде әртүрлі. Есіл өзенінде су ағымы жоғары болғандықтан, су тазаланады, бұл экосистеманың тұрақты болуына ықпал етеді. Талдыкөл көлінде су қозғалысы баяу болғандықтан, ластану деңгейі жоғары, ал биоәртүрлілік төмен.

Кесте 3. Есіл өзенінен жиналған балдырлар

Жинау нүктесі	Балдыр түрлері	Балдырлар тобы	Ерекшеліктер (маусым, жағдайлар)
Нүкте 1 (Жағалау аймағы)	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Pediastrum</i> spp.	Жасыл балдырлар (<i>Chlorophyta</i>)	Жасыл балдырлардың басымдылығы, орташа ластанған аймақ
Нүкте 2 (Терең аймақ)	<i>Navicula</i> spp., <i>Frustulia</i> spp., <i>Cyclotella</i> spp.	Диатомды балдырлар (<i>Bacillariophyta</i>)	Диатомды балдырлардың басымдылығы, судың жоғары мөлдірлігі
Нүкте 3 (Антропогендік аймақ)	<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Anabaena</i> spp., <i>Oscillatoria</i> spp.	Цианобактериялар (<i>Cyanobacteria</i>)	Су гүлдеуі, коректік заттардың жоғары мөлшері
Нүкте 4 (Ағыстың орта аймағы)	<i>Spirogyra</i> spp., <i>Cladophora</i> spp., <i>Cosmarium</i> spp.	Жасыл балдырлар (<i>Chlorophyta</i>)	Орташа жағдайлар, жағалау суларында белсенді фотосинтез
Нүкте 5 (Көпір маңы)	<i>Aphanizomenon flos-</i> <i>aquae</i> , <i>Planktothrix</i> spp.	Цианобактериялар (<i>Cyanobacteria</i>)	Суда нитраттар мен фосфаттардың жоғары концентрациясы

Кесте 4. Талдыкөл көлінен жиналған балдырлар

Жинау нүктесі	Балдыр түрлері	Балдырлар тобы	Ерекшеліктер (маусым, жағдайлар)
Нүкте 1 (Жағалауға жақын аймақ)	<i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Desmodesmus</i> spp., <i>Spirogyra</i> spp.	Жасыл балдырлар (<i>Chlorophyta</i>)	Жасыл балдырлардың басымдылығы,

			жағалаудағы жоғары өсімдік жамылғысы
Нүкте 2 (Таяз аймақ)	<i>Navicula</i> spp., <i>Pinnularia</i> spp., <i>Cyclotella</i> spp.	Диатомды балдырлар (<i>Bacillariophyta</i>)	диатомды балдырлардың көптігі, судың жақсы мөлдірлігі
Нүкте 3 (Рекреациялық аймақ)	<i>Microcystis aeruginosa</i> , <i>Anabaena</i> spp., <i>Dolichospermum</i> spp.	Цианобактериялар (<i>Cyanobacteria</i>)	Судың гүлдеуі, антропогендік әсерден ластану
Нүкте 4 (Көлдің ортасы)	<i>Asterionella</i> spp., <i>Synedra</i> spp., <i>Frustulia</i> spp.	Диатомды балдырлар (<i>Bacillariophyta</i>)	Төмен ластану, терең суларда диатомды балдырлардың көптігі
Нүкте 5 (Дамба маңы)	<i>Cladophora</i> spp., <i>Scenedesmus</i> spp., <i>Pediastrum</i> spp.	Жасыл балдырлар (<i>Chlorophyta</i>)	Органикалық заттардың жиналуы нәтижесінде фитопланктон мен жасыл балдырлардың жоғары тығыздығы

Есіл өзені мен Талдыкөл көлінің альгофлорасы түрлерінің құрамындағы айырмашылықтарды анықтады. Есіл өзенінің таяз жерлерінде *Chlorella vulgaris* және *Scenedesmus* spp. сияқты жасыл балдырлар басым болса, терең жерлерде *Navicula* spp. және *Cyclotella* spp. сияқты диатомды балдырлар кездеседі. Антропогендік аймақта *Microcystis aeruginosa* сияқты цианобактериялар табылды, бұл коректік заттардың көп екенін көрсетеді.

Талдыкөл көлінің жағалауларында жасыл балдырлар басым, ал диатомды балдырлар таяз суларда көп. Көлдің рекреациялық аймағында және ортасында цианобактериялар табылды, бұл антропогендік әсер мен судың гүлденуін көрсетеді.

Бұл деректер өсіп келе жатқан антропогендік жүктеме жағдайында су объектілерінің жағдайын жақсарту үшін мониторинг пен шаралар қабылдау қажеттілігін көрсетеді.

Тұжырым

Зерттеу қорытындысында Есіл өзені мен Талдыкөл көлінің су экожүйелері балдырлардың құрамы мен тығыздығы бойынша ерекшеленетінін атап өтуге болады. Бұл антропогендік әсердің әртүрлі дәрежесі мен ластану деңгейімен байланысты. Есілдің жоғарғы бөлігінде *Chlorella vulgaris* және *Scenedesmus* spp сияқты жасыл балдырлардың өкілдері басым, бұл таза және тұрақты экожүйені көрсетеді. Ал Талдыкөл көлінде *Microcystis aeruginosa* және *Anabaena* spp сияқты цианобактериялардың жоғары деңгейі басым, бұл эвтрофикацияны және су сапасының нашарлауын көрсетеді. Алынған мәліметтер су объектілерінің экологиялық жай-күйінің индикаторы бола алатын кең таралған және сирек кездесетін түрлерді қамтитын түрлік құрамның әртүрлілігін көрсетеді. Бұл тізім экожүйелердегі өзгерістерді бақылауға және табиғи және антропогендік факторлардың әсерін бағалауға, сондай-ақ биоәртүрлілікті сақтау шараларын әзірлеуге бағытталған кейінгі зерттеулерге негіз болады.

Әдебиет:

1. Власова О.В. Экологические аспекты водорослей в водоемах России: биология, экология, применение / Власова О.В. – Москва: Наука, 2018. – 320 с.
2. Синицын И.В. Флора водорослей рек и озер Центральной Азии / Синицын И.В. – Алматы: Ғылым, 2016. – 254 с.
3. Иванов А.А., Петров В.Н. Влияние антропогенных факторов на развитие альгофлоры рек / Иванов А.А., Петров В.Н. – Журнал экологии, 2019. – Т. 45, № 2. – С. 118–126.

4. Коваленко Е.П., Мельникова Л.С. Водоросли как индикаторы экологического состояния водоемов / Коваленко Е.П., Мельникова Л.С. - Экологический вестник, 2020. - Т. 37, № 4. - С. 56-63.
5. Министерство экологии Республики Казахстан. Отчет о состоянии водных экосистем и биоразнообразия / Министерство экологии РК. – Алматы: Экосистема, 2021. – 112 с.
6. Семенова М.Ю. Экологическая характеристика альгофлоры рек Казахстана / Семенова М.Ю. – Дисс. канд. биол. наук. – Алматы, 2017. – 200 с.
7. Гуревич А.А. «Пресноводные водоросли» – Москва: Просвещение, 1966. – 112 с.
8. Назарбаев С.С. Альгофлора водоемов Центральной Азии // Электронный журнал экологии. – 2018. – URL: <http://www.ecology-asia.kz/algoflora>

References:

1. Vlasova O.V. Ecological aspects of algae in Russian reservoirs: biology, ecology, application / Vlasova O.V. – Moscow: Nauka, 2018. – 320 p.
2. Sinitsyn I.V. Flora of algae of rivers and lakes of Central Asia / Sinitsyn I.V. – Almaty: Gylym, 2016. – 254 p.
3. Ivanov A.A., Petrov V.N. The influence of anthropogenic factors on the development of algoflora of rivers / Ivanov A.A., Petrov V.N. – Journal of Ecology, 2019. – vol. 45, No. 2. – pp. 118–126.
4. Kovalenko E.P., Melnikova L.S. Algae as indicators of the ecological state of reservoirs / Kovalenko E.P., Melnikova L.S. – Ecological Bulletin, 2020. – vol. 37, No. 4. – pp. 56–63.
5. Ministry of Ecology of the Republic of Kazakhstan. Report on the state of aquatic ecosystems and biodiversity / Ministry of Ecology of the Republic of Kazakhstan. – Almaty: Ecosystem, 2021. – 112 p.
6. Semenova M.Y. Ecological characteristics of the algoflora of the rivers of Kazakhstan / Semenova M.Y. – Dissertation of the candidate. Biol. sciences. – Almaty, 2017. – 200 p.
7. Gurevich A.A. Freshwater Algae – Moscow: Prosveshcheniye, 1966. – p. 112
8. Nazarbayev S.S. Algoflora of reservoirs of Central Asia // Electronic Journal of Ecology. – 2018. – URL: <http://www.ecology-asia.kz/algoflora>

Information about the authors:

Dukenbayeva A.D. – corresponding author, candidate of biological sciences, Department of general biology and genomics, Faculty of natural sciences, Eurasian National University, Astana, Kazakhstan, e-mail: asiya_b@mail.ru;

Rzakhan Zh.A. – student, L.N. Gumilev Eurasian National University, Astana, Kazakhstan; e-mail zhansaya.rzakhan@bk.ru.