

# ЭКОЛОГИЯ

---

---

МРНТИ 87.31.91

Г. Өнерхан<sup>1</sup>, Ш.Н. Дүрмекбаева<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Ш.Уәлиханов атындағы Көкшетау мемлекеттік университеті,  
Көкшетау қ., Қазақстан

## ҮЛКЕН ШАБАҚТЫ КӨЛІНІҢ ЭКОЛОГИЯЛЫҚ ЖАҒДАЙЫН АЛЬГОФЛОРА КӨМЕГІМЕН БАҒАЛАУ

---

---

**Түйіндеме.** Мақалада Үлкен Шабақты көлі альгофлорасының түрлік құрамдары, мезгілдік өзгерісі анықталып, жүйелі талдау жасалды. Үлкен Шабақты көлінен микробалдырлардың барлығы 84 түрі анықталып, олардың 16-ы индикатор-сапробты түрді құрады. Сапробтылық индексі мәнінің 1,7-ге тең болуы көл суының  $\beta$  - мезосапробты зонаға жататындығын көрсетті. Жазда жасыл және көк-жасыл балдырлар, күз бен көктемде диатомды балдырлардың басымдық көрсететіні анықталды. Биотестілеу нәтижелері бойынша *Chlorella sp-3K* штаммының Үлкен Шабақты көлінің ластануына орташа дәрежеде сезімталдық қасиет көрсететіні дәлелденді. Альгоценоз құрамы, гидрохимиялық зерттеулер және биотестілеудің кешенді нәтижелері негізінде Үлкен Шабақты көлі суының ластану дәрежесі бойынша 3-классқа жататыны анықталды.

**Түйінді сөздер:** альгофлора, Үлкен Шабақты көлі, биоиндикация, биотестілеу, индикатор-сапробтылық, *Chlorella sp-3K* штаммы.

• • •

**Аннотация.** Проведён систематический анализ и определена сезонная таксономия видового состава и сезонная динамика альгофлоры озера Большое Чебачье. Микроводоросли, выявленные в озере составили 84 вида, из которых 16 видов являются индикатор-сапробными видами. Значение сапробного индекса равно 1,7 доказывает, что воды озера относятся к  $\beta$ -мезосапробной зоне. Выявлено, что интенсивный рост микроводорослей наблюдается в летнее время года. Определено, что летом доминируют зелёные и сине-зелёные водоросли, а весной и осенью – диатомовые. По результатам биотестирования подтверждено, что штамм *Chlorella sp-3K* показывает среднюю чувствительность на загрязнение озера. При комплексной оценке видового состава альгоценозов, результатов биотестирования и проведенных гидрохимических исследований установлено, что воды оз. Большое Чебачье относятся к 3 классу загрязнённости.

**Ключевые слова:** альгофлора, озеро Большое Чебачье, биоиндикация, биотестирование, индикатор-сапробность, штамм *Chlorella sp-3K*.

• • •

**Abstract.** The article presents the carried out systematic analysis and it has been established the specific structure and seasonal dynamics of algoflora on seasonal taxonomy of lake Big Chebache. The microalgae found in lake Big Chebache is made up of 84 species, of which 16 species are the indicator saprobe. The meaning of an index saprobe of the lake equals to 1.7, which proves, that waters of the lake are related to  $\beta$ -mesosaprob zone. It is revealed that the intensive growth of microalgae is observed in the summer season. It was determined that green and blue-green algae dominate in summers, and diatoms dominate in springs and autumns. According to the results of the biotesting, it was determined that the strain *Chlorella sp-3K* shows an average sensitivity to pollution of the lake Big Chebache. Under complex estimation of specific structure of algocenoses and results of biotesting and the carried out hydrochemical researches, it was established, that waters of lake Big Chebache are related to 3rd class of of pollution level.

**Keywords:** algoflor, Lake Big Chebache, bioindication, biotesting, indicator-saprobity, stamm of *Chlorella sp - 3K*.

**Кіріспе.** Көл экожүйесіндегі негізгі продуценттер – бір клеткалы және көп клеткалы балдырлар. Көл экожүйесінің түзілуіне басқа да экологиялық жүйелер сияқты энергия қажет, яғни, термодинамика заңдылығы бойынша, көл экожүйесі қашан да ашық жүйе болып саналады. Көл экожүйесі үшін басты энергия көзі ретінде фотосинтез реакциясының көмегімен жаңа органикалық заттарды түзуді қамтамасыз ететін күн радиациясының энергиясы қызмет атқарады [1]. Тірі табиғаттың өмір сүруі осы энергияны дұрыс тұтынуымен байланысты екендігі белгілі. Тұтыну энергиясының артық немесе кем болуы балдырлардың даму заңдылығы ырғағын бұзады. Балдырлардың судың әр түрлі қабаттарына таралуы фотосинтезге қажетті жарықтың түсуіне байланысты. Балдырлар негізінен жарық мол түсетін таза сулардың терең бөлігінде, ал жарық аз түсетін лас сулардың беткі қабатында көптеп таралған [2].

Қазақстан су қоймалары, соның ішінде солтүстік өңірдің көлдері альгологиялық бағытта аз зерттелген. Альгологиялық зерттеулер 1952 жылы басталып, 1985 жылдарда дами түскен. Бұл бағытта, әсіресе Бурабай өңірі су қоймаларының балдырларын зерттеуде Н.Н.Воронихин, Л.А.Қрасноперова, А.Ж.Исмагулова, Б.Ф.Свириденко көп үлес қосты [3-6]. Көлдерді альгологиялық тұрғыда зерттеу көлдегі

альгофлораның түрлік құрамы жайлы ақпарат беріп қана қоймай, сонымен қатар көл суының тазалық дәрежесін және су экожүйесінің біршама нақты жағдайын анықтауға мүмкіндік береді. Сондықтан, мақала бүгінгі күнгі өзекті мәселе болып табылатын, табиғаты көркем, табиғат туындыларымен ерекшеленетін табиғи рекреациялық маңызы бар, «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи саябағына жататын, Бурабай көлдері тобының ішіндегі ең алып көлдің бірі – Үлкен Шабақты көлін альгологиялық тұрғыда зерттеп, су сапасын бағалауға арналған.

**Зерттеу жұмысының мақсаты:** Үлкен Шабақты көлінің экологиялық жағдайын альгофлора көмегімен бағалап, талдау жасау.

Зерттеудің міндеттері:

1. Үлкен Шабақты көлі суына гидрохимиялық талдау жасау;
2. Үлкен Шабақты көлі альгофлорасының түрлік құрамын анықтау;
3. Индикатор-сапробты түрлердің биоиндикациялық рөлін зерттеу;
4. Микробалдыр штамы арқылы биотестілеу жүргізе отырып, көл суына экологиялық баға беру.

**Зерттеу нысандары мен әдістері.** Зерттеу нысаны ретінде Үлкен Шабақты көлі және ондағы микробалдырлар пайдаланылды. Үлкен Шабақты – Бурабай көлдер тобының ішіндегі ең алып көлдің бірі. Биіктігі 947 метр болатын Көкшетау қыратының солтүстік етегінде орналасқан тектоникалық көл. Теңіз деңгейінен 301,6 м биіктікте орналасқан. Су айдыны 25,5 км<sup>2</sup>, ұзындығы 8,3 км, ені 5,1 км, орташа тереңдігі 10,8 м<sub>2</sub> ең терең жері 33,3 м. Су жиналатын алабының ауданы 150 км<sup>2</sup>. Көл суын тұрмыстық-шаруашылық мақсатта пайдаланады [7,8]. Көлдегі микробалдырлардың түрлік құрамын анықтауда су үлгілері 2014-2018 жылдары Сиренконың әдістемелік нұсқаулары бойынша жиналды. Материалдарды жинау кезінде үлгі алынған орын белгіленіп, жинау сипаты (планктон, бентос, өсінді), судың температурасы, мөлдірлігі, су ағысының жылдамдығы, су қоймасының тереңдігі т.б. есепке алынды. Үлкен Шабақты көлінің альгофлорасын зерттеп, түрлік құрамын анықтау үшін 250-ге жуық су үлгісі алынды.

Балдырлардың түрлік құрамын анықтауда: «Определитель синезеленых водорослей Средней Азии», 1-3 том, 1987; «Определитель протоккокковых водорослей Средней Азии», том 1-2, 1979; «Краткий определитель хлорококковых водорослей Укр ССР». Киев, 1990;

анықтауыштары т.б. қолданылды [9-11]. Су экожүйлерінің жағдайын фитопланктондармен баға беруде Пантле және Букканың, өзгеріс енгізілген Сладечканың тәсілдері пайдаланылды [12]. Жұмыста тестілеу жүргізілген судағы улы заттардың әсерінен балдырлардың көбею қарқындылығының өзгеруін бақылау суымен салыстыра отырып, анықтауға негізделген биотестілеу әдістемесі қолданылды [13].

**Нәтижелер мен талқылаулар.** Үлкен Шабақты көлі суының иісі қалыпты деңгейдегі нормативке сәйкес келеді. Минералдылығы жазда 550 - 750 мг/л-дең, қысқа қарай 1000 мг/л-ге дейін өзгереді. Сутегі көрсеткіші 9,03, судағы еріген оттегінің шоғыры – 7,95 мг/дм<sup>3</sup>. Судың мөлдірлігі 6 - 8 метрден асады, бұл балық аулауға қолайлы жағдай туғызады. Еріген оттегінің мөлшері жазда 5,9 мг/дм<sup>3</sup>, ал қыста 9,2 мг/дм<sup>3</sup>. Жазда және қыста еріген оттегімен қанығуы – 70%. Азотты заттар, сульфаттар, хлоридтер, магний ионы шекті мөлшерден 8-10 есеге артады. Басқа ластаушы заттар (фенолдар, мұнай өнімдері) қалыпты жағдайдан ауытқымайды. Судың ластану индексі 1,8. Бұл су сапасының көрсеткіштік мәліметтері бойынша 3-класты, әлсіз ластанған су индексіне тән.

Альгологиялық зерттеулер нәтижесінде Үлкен Шабақты көлінен алынған су үлгілерінен микробалдырлардың барлығы 84 түрі анықталды. Анықталған микробалдырлардың 38-диатомды балдырлар бөліміне, 25-жасыл, 13-көкжасыл, 6-эвгленалы және 2-хара балдырлар бөліміне жатқызылды (1-кесте).

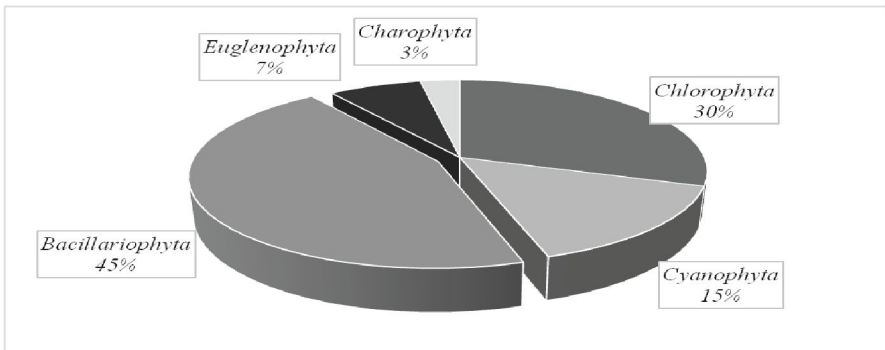
**1-кесте – Үлкен Шабақты көлінен анықталған микробалдырлардың жіктелуі**

Бөлім	Класс	Қатар	Тұқымдас	Түр
<i>Bacillariophyta</i>	2	3	8	38
<i>Chlorophyta</i>	2	4	7	25
<i>Cyanophyta</i>	1	2	4	13
<i>Euglenophyta</i>	1	1	1	6
<i>Charophyta</i>	1	1	1	2
Барлығы	7	11	20	84

Үлкен Шабақты көлінен анықталған микробалдырлар бөлім, класс, қатар, тұқымдас, түрге топтастырылды. Түрлік құрамы жағынан бірінші орынды диатомды балдырлар иеленсе, екінші орынды жасыл

балдырлар, одан кейінгі орындарды көкжасыл балдырлар мен эвгленалы, хара балдырлары алады. Анықталған түрлер 20-тұқымдас, 11-қатар, 7-класқа топтастырылды. Микробалдыр түрлерінің басым көпшілігі *Navicula*, *Gomphonema*, *Surirella*, *Nitzschia*, *Pinnularia* және *Synedra* туыстарына жатады. Ең жиі кездескен түрлер: *Rhoicospheinia curvata* (Kütz.) run., *Gomphonema acuminatum* Ehr., *N.bacillum* Ehr., *Caloneis silicula* (Ehr.), *N. cryptocephala* Kütz., *Cocconeis placentula* Ehr., *N. radiosa* Kütz., *Cymbella ventricosa* Kütz., *Nitzschia hungarica* Grun., *Gyrosigma spenceri* (W.Sm.), *Amphoraovalis* Kütz., *N.sigmoidea* (Ehr.) W.Sm., *Epithemia zebra* (Ehr.) Kütz., *Surirellaovalis* Bréb., *Rhopalodia gibba* (Ehr.) G. *constrictum* Ehr. түрлерді құрайды.

Анықталған түрлердің 30% – жасыл балдырлар, 15% – көкжасыл балдырлар, 45% – диатомды балдырлар 7% – эвгленалы балдырлар және 3% – хара балдырлар (1-сурет).



1-сурет – Үлкен Шабакты көлінен анықталған балдырлардың түрлік қатынасы

Балдырлардың таралуы жыл мезгілдерінің ауа райы жағдайына байланысты белгілі бір заңдылықпен тербелісте болатындығы анықталды. Жаз мезгілдерінде су температурасының көтерілуіне байланысты диатомды балдырлардың сан мөлшері азайып, керісінше жасыл, көкжасыл балдырлардың сан мөлшері арта түсті. Үлкен Шабакты көліндегі балдырлардың ішінен жасыл балдырлардың доминантты орын алып, түрлік құрамының баюынан көлде эвтрофикация процестерінің жүріп жатқаны байқалды. Үлкен Шабакты көліндегі жасыл балдырлардың одан әрі өсуі, олардың ыдырауы кезіндегі бөлініп шығатын улы заттары су ағзалары үшін

зиянды әсер етуі мүмкін. Диатомды балдырлардың көктем мен күзде қаулап өсуі олардың суыққа төзімділігіне ғана байланысты емес, сонымен қатар, ағын сулармен азот, фосфор қосылыстарының көп мөлшерде келуіне де байланысты.

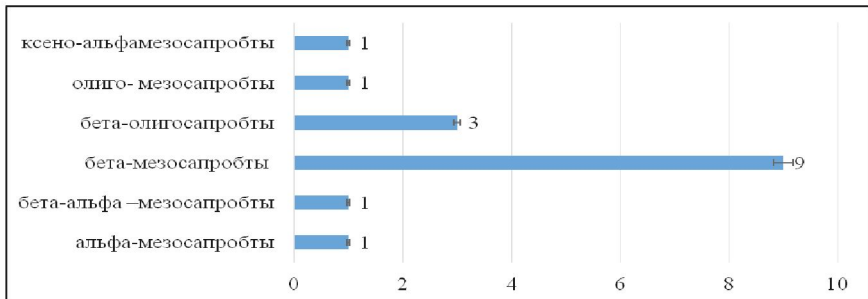
Біз Үлкен Шабқты көлі альгофлорасының түрлік құрамын анықтағаннан кейін назарды анықталған микробалдырлардың ішіндегі индикатор-сапробты түрлерге аудардық. Сапробтылықтың су қоймасының органикалық заттар мен олардың қалдықтарынан ластанған деңгейін көрсететіндіктен, маңызды көрсеткіштердің бірі болып табылады. Ол су қоймасы жағдайының аса маңызды кешенді сипаттамасы болып есептеледі. Нәтижесінде анықталған микробалдырлардың 16-ы индикатор-сапробты түрлерге жататындығы дәлелденді. (2-кесте).

**2-кесте – Үлкен Шабқты көлінен анықталған микробалдырлардың индикатор сапробты түрлері және сапробтылық көрсеткіші**

№	Түр	Сапроб-тылық	S	Жиілік h	Sh
1	<i>Merismopedia glauca</i> (Ehr) Nag	$\beta$	1,8	3	5,4
2	<i>Merismopedia major</i> (Ehr) Nag	$\beta - o$	1,5	5	7,5
3	<i>Anabaena constricta</i> (Szaf) Geitl.	$\beta$	2	3	6
4	<i>Spirulina major</i> Skuja	$o - \beta$	1,5	2	3
5	<i>Pediastrum boryanum</i> Meyen	$\beta$	2	4	8
6	<i>Scenedesmus acuminatus</i> var. <i>biseriatus</i>	$\beta$	2	3	6
7	<i>Scenedesmus acutus</i> var. <i>quadricauda</i>	$\beta$	2	7	14
8	<i>Ankistrodesmus longissimus</i> var. <i>longissimus</i>	$\beta - \acute{\alpha}$	2,3	3	6,9
9	<i>Microcystis aeruginosa</i> f <i>sphaerodictycides</i> Elenk	$\beta$	2	2	4
10	<i>Zygnema</i> sp.	$o$	1,1	2	2,2
11	<i>Coelastrum microporum</i> Naegeli	$\beta$	1,1	4	2,2

12	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehr) Grun	$\alpha$	1,9	1	1,9
13	<i>Euglena spathirhyncha</i> Skuja	$\beta$	2	2	4
14	<i>Navicula gastrum</i> Ehr..	$\beta$	2	1	2
15	<i>Stephanodiscus astraee</i> (Ehr) Grun var <i>minutululus</i> (Kutz) Grun	$\beta$ -o	1,5	1	1,5
16	<i>Synedra ulna</i> var. <i>amphirhynchus</i> Grun	$\chi$ - $\alpha$	1,95	1	1,95

Индикатор-сапробты түрлердің альфа-мезосапробтысы ( $\alpha$ ) -1, бета-мезосапробтысы ( $\beta$ ) – 9, бета-олигосапробтысы ( $\beta$ -o) – 3, бета-альфа – мезосапробтысы ( $\beta$ - $\alpha$ ) – 1, олиго-мезосапробтысы (o) – 1, ксено-альфамезосапробтысы ( $\chi$ - $\alpha$ ) – 1. Индикатор-сапробты түрлердің кездесу жиілігі және сапробтылық бойынша сапробтылық индексі есептелді. Пантле-Букка әдісі бойынша сапробтылық индексінің 1,7-ге тең болуы және анықталған сапробты түрлердің түрлік қатынасын салыстырғанда барлық индикатор-сапробты түрлердің жартысынан көбі, яғни 56 пайызының бета-мезосапробты зонаның микробалдырлары болуы Үлкен Шабақты көлінің  $\beta$  - мезосапробты зонаға жататындығын дәлелдейді (2-сурет).



2-сурет – Үлкен Шабақты көлі альгофлорасының индикатор-сапробты түрлерінің сандық қатынасы

Экологиялық факторлар және әр түрлі химиялық реакциялардың балдырларға сезімталдығын зерттеу үшін зерттеуге алынған көлге биотестілеу жүргіздік. Үлкен Шабақты көліне биотестілеу жүргізу үшін,

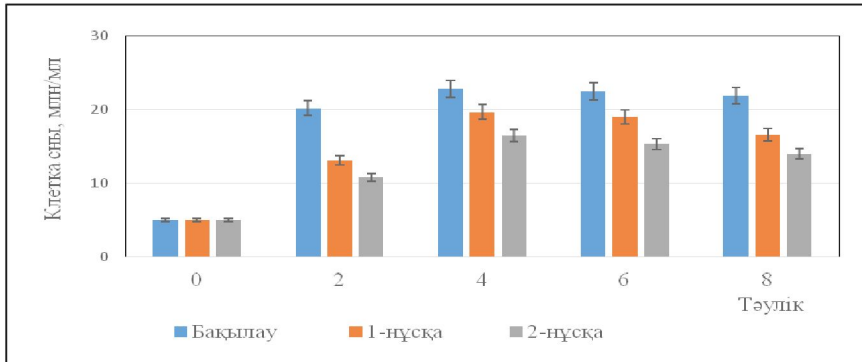
ең алдымен, бақылау және тәжірибеге арналған қоректік орталары дайындалды. Одан кейін оған арнайы бөлініп алынған тест-организм *Chlorella sp-3K* штаммы енгізілді. Клеткалардың өсу динамикасы 8 күн бойы зерттеліп, алынған мәліметтерге салыстырмалы талдау жасалды. Таза бақылау суы мен көл суларының дақылдық ортасын дайындау үшін клеткалардың қоректенуіне қажетті минералды тұздар 04 стандартты қоректік ортасына сәйкес келетін мөлшерде қосылды. Таза су және көл суларына 04 стандартты жасанды қоректік ортаға сәйкес келетін минералды тұздарды қосу арқылы *Chlorella sp-3K* штаммын 8 күн өсіріп, олардың клеткаларының өсу динамикасына зерттеу жүргіздік. Зерттеу жұмысына көл суларының 2 түрлі нұсқасы алынды. 1-нұсқаға 2 есе сұйытылған көл сулары, ал 2-нұсқаға алғашқы алынған көл суы өзгертілмей алынды. Енгізілген хлорелла клеткасының саны барлық нұсқаларда бірдей  $5 \times 10^6 \pm 0,3$  мл болды (3-кесте).

**3-кесте – Үлкен Шабақты көлінің суына биотестілеу жүргізгендегі *Chlorella sp-3K* клеткасының өсуі**

Үлгілер	Тәулік бойынша 1 мл-дегі клетка саны				
	0	2	4	6	8
Бақылау	$5 \times 10^6 \pm 0,3$	$20,2 \times 10^6 \pm 0,6$	$22,8 \times 10^6 \pm 0,65$	$22,5 \times 10^6 \pm 0,55$	$21,9 \times 10^6 \pm 0,54$
1-нұсқа	$5 \times 10^6 \pm 0,3$	$13,1 \times 10^6 \pm 0,36$	$19,7 \times 10^6 \pm 0,45$	$19 \times 10^6 \pm 0,5$	$16,6 \times 10^6 \pm 0,48$
2-нұсқа	$5 \times 10^6 \pm 0,3$	$10,8 \times 10^6 \pm 0,35$	$16,5 \times 10^6 \pm 0,5$	$15,3 \times 10^6 \pm 0,49$	$14 \times 10^6 \pm 0,46$

Енгізілген хлорелла клеткасының саны барлық нұсқаларда бірдей 1 мл-де  $5 \times 10^6 \pm 0,3$  мл I, II нұсқада *Chlorella sp-3K* штаммы клеткалар саны алғашқы 4 тәулікте 1 мл-де  $19,7 \times 10^6 \pm 0,45$  және  $16,5 \times 10^6 \pm 0,5$  дейін өсті де, келесі тәуліктерде өсуі байқалмады. Бақылаудағы *Chlorella sp-3K* штаммының клеткалары саны 4 тәулікте 1 мл-де  $22,8 \times 10^6 \pm 0,65$  дейін өскені анықталды (3-сурет).





3-сурет – Үлкен Шабқты көлі су нұсқалары және бақылау суында *Chlorella sp-3K* штаммының өсу динамикасы

*Chlorella sp-3K* штаммы биотестілеу нәтижелері бойынша Үлкен Шабқты көлінің ластануына орташа дәрежедегі сезімталдық қасиетті көрсетті.

**Қорытынды.** Үлкен Шабқты көлінің суы гидрохимиялық көрсеткіштер бойынша 3-класты, әлсіз ластанған су екендігі анықталды. Альгологиялық зерттеулер нәтижесінде микробалдырлардың 84 түрі анықталып, олардың 16-ы индикатор-сапробты түрлерге жатқызылды. Пантле-Букка әдісі бойынша сапробтылық индексінің мәні 1,7-ге тең болып, Үлкен Шабқты көлінің  $\beta$  – мезосапробты зонаға жататындығы дәлелденді. Көлдің альгофлора құрамы басқа табиғи су айдындары сияқты жыл мезгілдеріне байланысты өзгеріп отыратыны анықталды. *Chlorella sp-3K* штаммымен биотестілеу жүргізу нәтижесінде ол көл суының ластануына орташа дәрежеде сезімталдық қасиет көрсетіп, альгологиялық зерттеулер нәтижесін толықтырып, көл суының орташа дәрежеде ластанғанын дәлелдеді. Зерттеу нәтижелерін қорытындылай отырып, рекреациялық маңызы бар «Бурабай» мемлекеттік ұлттық табиғи саябағына жататын Үлкен Шабқты көлінің экологиялық жағдайын басты назарда ұстап, табиғи қалпын сақтап қалу шараларын тұрақты жүргізіп отыру керек деп есептейміз.

### Әдебиеттер

- 1 Горбунова Н.П. Альгология. – М.: Наука, 1991. – 265 с.
- 2 Gaur A.G. Algal culture in organic wasters // Proc. Nat. Acad. Sci. – India, 1965. – Vol. 35. – N3. – P. 370-372.
- 3 Воронихин Н.Н., Красноперова Л.А. Зигнемовые водоросли Боровского заповедника (Кокчетавская обл.) // Новости систематики низших растений. 1970. – Т. 7. – 46-63 с.
- 4 Красноперова Л.А. Зигнемовые водоросли Казахстана. (Chlorophyta: Zygnematales): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Л., 1971. – 23 с.
- 5 Исмагулова А.Ж. Зеленые водоросли водоемов заповедника «Боровое» (Каз. ССРП) // Тез. докл. I Всесоюз. конф. альгологов. – Черкассы, 1987. – С. 65-66.
- 6 Свириденко Б.Ф. Флора и растительность водоемов Северного Казахстана. – Омск: Изд. ОГПУ, 2000. – 196 с.
- 7 Информационный бюллетень о состоянии окружающей среды Щучинско – Боровской курортной зоны. – Алматы, 2008. – Вып. 1. – 17 с.
- 8 Сиренко Л.А., Сакевич А.И., Осипов Л.Ф., Лукина Л.Ф. и др. Методы физиолого-биохимического исследования водорослей в гидробиологической практике. - Киев: Наукова думка, 1975. -247с.
- 9 Музафаров А.М., Эргашев А.Э., Халилова С.Х. Определитель сине-зеленых водорослей Средней Азии. – Ташкент: Фаң, 1987. – Т. 1-3. – С. 3-405.
- 10 Эргашев А.Э. Определитель протококковых водорослей Средней Азии. - Ташкент: Фаң, 1979. – Ч. I-II. – 343 с.
- 11 Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Укр. ССР. – Киев: Наукова думка, 1990. – 208 с.
- 12 Баринова С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов спаробности (российский Дальний Восток). – Владивосток: Дальнаука, 1996. –364 с.
- 13 Крайнюкова А.Н. Биотестирование в охране вод от загрязнения // Методы биотестирования вод. – Черноголовка, 1988. – С. 4-14.

**Өнерхан Г.**, биология ғылымдарының кандидаты,  
e-mail: guline@mail.ru

**Дүрмекбаева Ш.Н.**, биология ғылымдарының кандидаты, доцент,  
e-mail: durmekbaeva@mail.ru