

technological solution, but also a cost-effective tool for sustainable water management, especially in water-scarce regions of Kazakhstan.

Keywords: Wastewater, poultry farm, chemical flotation, coagulants, flocculants, treatment, economic efficiency, and water reuse.

Авторлардың қосқан үлесі:

Иманбаев Марат Аширалыұлы: ағынды суларды физикалық-химиялық тазартудың әдістемелік тәсілдерін әзірледі, жұмыстың орындалу барысын ұйымдастырды және үйлестірді. Кіріспе мен қорытындыларды қоса алғанда, мақаланың негізгі мәтінін дайындады. Сидорова Наталья Васильевна: эксперименттік деректерді өңдеді және жүйеледі, нәтижелердің қайталануын тексерді және өлшеу сапасын бақылады, мәтінді өңдеуге, деректерді тексеруге және нәтижелерді үйлестіруге қатысты.

Демеукулова Назыкеш Женисовна: экономикалық деректерді талдады, тазарту тиімділігін есептеді, кестелер мен иллюстрацияларды дайындады, аналитикалық деректер мен есептеулерді тексерді, нормативтік құжаттар мен әдеби көздерге қолжетімділікті ұйымдастырды, сілтеме және әдеби шолу жасады.

FTAXP 68.01.11

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/48>

Б.Б. Арынов^{*1}, Б.А. Кентбаева¹, В.П. Бессчетнов³ Р.Е. Қапарбай²,
Ш. Қапар¹, М.К. Шыныбеков¹

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан,
aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, kapar.sh@kaznaru.edu.kz,
murat.shynybekov@mail.ru

²«Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Саты, Қазақстан,
raushan.kaparbay@mail.ru

³Нижний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университеті,
Нижний Новгород қ., Ресей, lesfak@bk.ru

«КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ» ҰЛТТЫҚ ПАРКІНДЕ ӨСЕТІН *HIPPORHAE RHAMNOIDES* ӨСІМДІГІНІҢ ПИГМЕНТТІК ҚҰРАМЫНЫҢ ЖЫНЫСТЫҚ ЖӘНЕ МОРФОФИЗИОЛОГИЯЛЫҚ АСПЕКТІЛЕРІ

Аңдатпа

Hipporhæ rhamnoides L. (шырғанақ) — Elaeagnaceae тұқымдасына жататын, Қазақстан аумағында кең таралған реликті және жоғары бейімделгіштік қасиеттерге ие өсімдік түрі. Ол негізінен тау бөктерлерінде, өзен аңғарларында, жартасты беткейлерде және өзен-көл маңдарында кездеседі. Бұл зерттеуде мемлекеттік ұлттық табиғи парк аумағындағы әртүрлі тау учаскелерінде өсетін *Hipporhæ rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері анықталып, олардың жыныстық ерекшеліктеріне байланысты өзгерістері қарастырылды. Өсімдіктің аталық және аналық дарақтарындағы пигмент мөлшерінің айырмашылықтары көрсетіліп, жеке даралар арасындағы көрсеткіштердің вариация деңгейі зерттелді. Аталық дарақтардың жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшері жоғары әрі тұрақты болып, аналық дарақтарда бұл көрсеткіштің сәл төмен және ауытқымалы болатыны анықталды. Әр түрлі учаскелерде тіркелген пигмент мөлшерінің шамалас деңгейде болуы шырғанақтың тау экожүйелерінің жағдайына жақсы бейімделетінін дәлелдейді. Хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* мөлшерінің бірдей деңгейде сақталуы өсімдіктің фотосинтетикалық аппаратының үйлесімді жұмыс істейтінін және жарықты сіңіру мен энергияға айналдыру процестерінің тиімді жүретінін

көрсетеді. Зерттеу нәтижелері шырғанақтың жыныстық ерекшеліктеріне байланысты физиологиялық күйін анықтауға және биік таулы экожүйелер жағдайында бейімделу механизмдерін түсіндіруге маңызды мәліметтер береді.

Кілт сөздер: *Hippophae rhamnoides*, хлорофилл-а, хлорофилл-в, фотосинтетикалық пигменттер, фотосинтез, вариация коэффициенті, физиологиялық бейімделу

Кіріспе

Қазіргі таңда биік таулы экожүйелерде өсетін өсімдіктердің физиологиялық бейімделу механизмдерін зерттеу экологиялық тұрақтылықты қамтамасыз ету және биоресурстарды ұтымды пайдалану тұрғысынан өзекті мәселелердің бірі болып табылады. Қазақстанның тау экожүйелерінде кең таралған *Hippophae rhamnoides* өсімдігі топырақ қорғау, экожүйелік қызмет атқару және дәрілік мақсатта пайдаланылуымен ерекшеленеді [1]. Сонымен қатар жыныстық тұрғыдан дара жынысты өсімдік болып саналатындықтан, оның аталық және аналық дарақтарының физиологиялық ерекшеліктерін зерттеу маңызды болып табылады.

Өсімдіктердің фотосинтетикалық қызметін бағалауда хлорофилл-а және хлорофилл-в пигменттерінің мөлшерін анықтау арқылы олардың жарықты сіңіру қабілеті мен фотосинтез процесінің тиімділігін бағалау мүмкіндігі туады [2]. Бұл бағыттағы зерттеулер өсімдіктердің физиологиялық күйін, олардың стресс факторларға төзімділігін және өсу жағдайларына бейімделу деңгейін анықтауға мүмкіндік береді. *Hippophae rhamnoides* фотосинтетикалық пигменттер құрамын зерттеу арқылы оның тау жағдайларында таралу заңдылықтарын және қоршаған орта факторларына жауап қайтару ерекшеліктерін нақтылауға болады [3].

Шырғанақтың хлорофилл-а және хлорофилл-в пигменттері бойынша зерттеулер жүргізу арқылы аталық және аналық дарақтардағы физиологиялық көрсеткіштердің айырмашылықтарын анықтау ғылыми және практикалық тұрғыдан маңызды. Әсіресе биік таулы аймақтардағы климаттық және топырақтық факторлардың әсерін ескере отырып, өсімдіктің фотосинтетикалық аппаратының жұмыс жасау ерекшеліктерін айқындау экологиялық мониторинг жүргізу барысында маңызды деректер ұсынады [4].

Әдістер мен материалдар

Зерттеу нысаны ретінде Шелек өзенінің жайылмасында теңіз деңгейінен әртүрлі биіктікте орналасқан үш популяция құрамына кіретін *Hippophae rhamnoides* түрінің репродуктивті жетілген аталық және аналық дарақтары таңдалды.

Далалық зерттеу жұмыстары 2021-2024 жж. орман учаскелерінде далалық экспедициялық әдіспен жүргізілді, жиналған биологиялық үлгілер Нижний Новгород мемлекеттік агротехнологиялық университетінің орман селекциясы зертханасында камералдық кезеңде өңделді. Жұмыс әдістемесі жалғыз логикалық айырмашылық принципін сақтай отырып, тәжірибе ұйымдастырудың негізгі талаптары – типтілік, жарамдылық, орындылық және оңтайлылық қағидаттарына негізделді [5,6]. Жапырақ үлгілерінен хлорофилл-а, хлорофилл-в мөлшерін анықтау үшін спектрофотометриялық әдіс қолданылды [7,8].

Бұл әдісте 96%-дық этанол экстрагенті пайдаланылып, пигменттердің оптикалық тығыздығы СФ-2000 спектрофотометрінде GRASS GIS 7.6.1/QGIS 3.4 бағдарламалық жасақтамасы арқылы 665 нм (хлорофилл-а), 649 нм (хлорофилл-в), 452,5 нм (каротиноидтар) толқын ұзындықтарында өлшенді [9]. Экстрагенттің оптикалық қасиеттеріне байланысты түзету эталоны дайындалды [10]. Пигменттердің мг/г шикі массадағы концентрациясы Ветштейн мен Хольм теңдеулері бойынша 100% ацетон мен 96% этанолға сәйкестендіріліп есептелді [11]. Суспензия массасы 0,001 г дәлдікпен VIC-300d3 аналитикалық таразыларында өлшенді [6]. Әр үлгі HS 61 А кептіру шкафтарына салып абсолютті құрғақ күйге жеткізіліп, соңғы құрғақ заттың пайыздық үлесі есептелді [12,13].

Сонымен қатар, зерттеу барысында хлорофиллдің әртүрлі формаларының мөлшері мен арақатынасы, хлорофилл-а және хлорофилл-в-нің каротиноидтарға қатынасы, олардың пигменттік құрамдағы үлесі және жалпы пигменттер мөлшері анықталды [14,15]. Бұл тәсіл өсімдіктердің фотосинтетикалық кешенін зерттеуде жиі қолданылып, әдістемелік тұрғыдан

негізделген тәжірибе болып саналады [16]. Алынған мәліметтер Excel электрондық кестелерінде қолданыстағы статистикалық алгоритмдер және әдістемелік схемалар негізінде өңделіп, негізгі статистикалық көрсеткіштер есептелді және зерттеу нәтижелері жүйелендірілді [17].

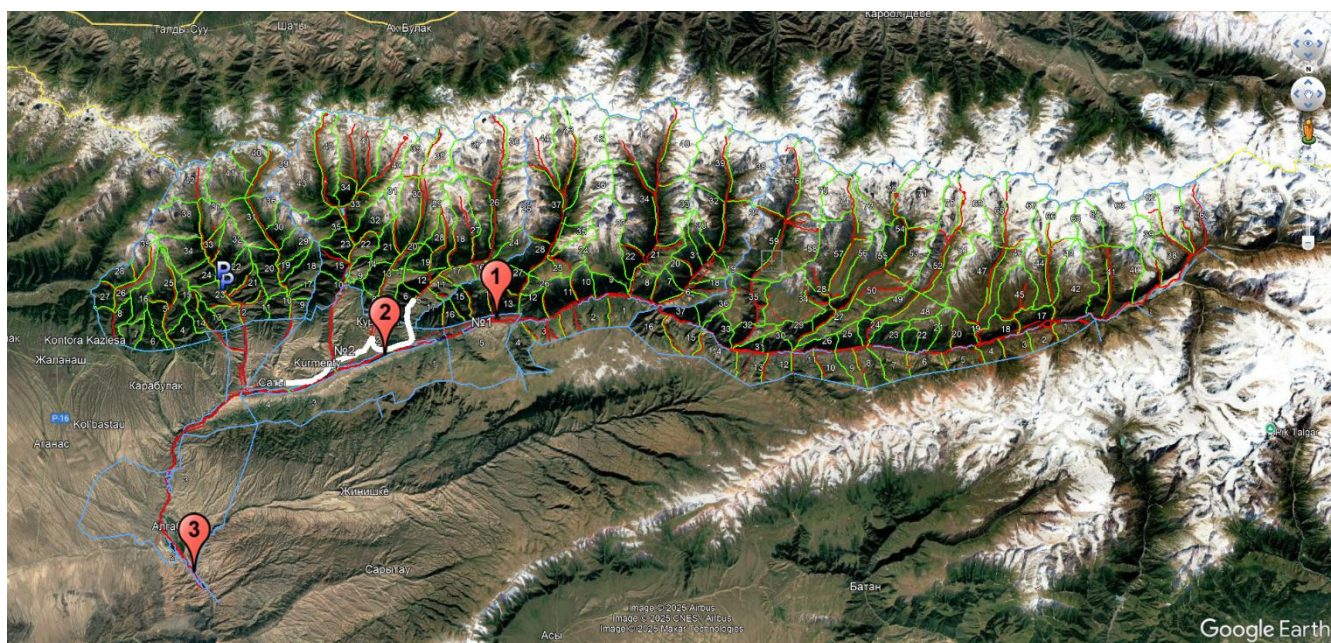
Нәтижелер және талқылау

Зерттеу барысында «Көлсай көлдері» мемлекеттік ұлттық табиғи паркінің үш түрлі биік таулы учаскесінде өсетін шырғанақ (*Hipporhae rhamnoides* L.) жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері анықталып, олардың жыныстық және даралық ерекшеліктеріне байланысты өзгерістері қарастырылды (Кесте 1).

Кесте 1 – *Hipporhae rhamnoides* L. жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің статистикалық көрсеткіштері (мг/г)

№	Учаске	Пигмент	Жынысы	М (мг/г)	Cv (%)	Δlim (мг/г)	min (мг/г)	max (мг/г)	±m (мг/г)
1	1-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,90	2,81	0,13	0,83	0,96	0,03
			Аналық	0,91	5,57	0,23	0,77	1,00	0,05
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,12	12,95	0,57	0,89	1,46	0,07
			Аналық	0,94	33,77	1,11	0,48	1,60	0,13
2	2-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,94	8,91	0,29	0,79	1,08	0,04
			Аналық	0,90	5,07	0,17	0,71	0,88	0,02
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,05	24,22	0,70	0,67	1,37	0,10
			Аналық	1,03	30,24	0,90	0,58	1,48	0,14
3	3-учаске	Хлорофилл- <i>a</i>	Аталық	0,91	3,43	0,17	0,82	0,99	0,02
			Аналық	0,90	3,35	0,18	0,78	0,96	0,02
		Хлорофилл- <i>b</i>	Аталық	1,21	15,22	0,60	0,89	1,49	0,09
			Аналық	1,16	18,36	0,67	0,84	1,51	0,10

Кесте түсіндірмесі: М (мг/г) — орташа арифметикалық мән, Cv (%) — вариация коэффициенті (пайызбен), Δlim — минимум мен максимум арасындағы диапазон, min / max — тіркелген ең төмен / ең жоғары мәндер, ±m — орташа мәнің статистикалық қатесі



Сурет 1 – «Көлсай көлдері» МҰТП шекарасы мен ішкі учаскелері көрсетілген. Итшомырт шырғанақтың табиғи таралуын зерттеуге арналған үш негізгі бақылау нүктесі (№1, №2, №3) белгіленген

Аталық дарақтардың жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшері барлық учаскелерде аналық дарақтарға қарағанда жоғары болып тіркелді. Аталық дарақтарда орташа

көрсеткіштер 1,05–1,21 мг/г аралығында, аналық дарақтарда 0,94–1,16 мг/г аралығында болды. Орташа арифметикалық мәндер барлық учаскелерде 1,03–1,19 мг/г диапазонында орналасты.

Хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* мөлшерінің шамалас болуы шырғанақ жапырақтарында пигменттердің теңдестірілгендігін және фотосинтез процесінде екі пигменттің үйлесімді жұмыс істейтіндігін көрсетеді. Бұл көрсеткіш жарық энергиясын тиімді сіңіру және оны фотохимиялық реакцияларға бағыттау процестерінің дұрыс жүруін қамтамасыз етеді [18].

Кесте 1 деректері бойынша вариация коэффициенті (C_v) аталық дарақтарда барлық учаскелерде төмен (12,95–18,32%), ал аналық дарақтарда жоғары (22,62–33,77%) болып тіркелді. Бұл аталық дарақтарда фотосинтетикалық пигменттердің мөлшері даралар арасында тұрақтырақ екенін, ал аналық дарақтарда мөлшердің өзгергіштігі жоғары екенін көрсетті. Аналық дарақтардағы жоғары вариация коэффициенттері репродуктивтік процестерге байланысты физиологиялық және биохимиялық ауытқулардың бар екенін көрсетеді.

Хлорофилл мөлшерінің 3-учаскеде салыстырмалы түрде жоғары деңгейде болуы табиғи жағдайлардың қолайлығымен (жарық түсу деңгейі, топырақ-ылғалдылық жағдайлары) байланысты болуы мүмкін. Алайда учаскелер арасында хлорофилл мөлшері көрсеткіштері бойынша жалпы алғанда үлкен айырмашылықтар анықталған жоқ, бұл шырғанақтың әртүрлі биіктіктегі тау жағдайларына жақсы бейімделетіндігін дәлелдейді.

Жалпы нәтижелер шырғанақтың жыныстық ерекшеліктері фотосинтездік пигменттердің мөлшері мен тұрақтылығына ықпал ететінін көрсетті. Аталық дарақтарда пигмент мөлшері жоғары және тұрақты болып сақталып, фотосинтездік белсенділіктің бірқалыптылығын қамтамасыз етеді. Аналық дарақтарда пигмент мөлшері біршама төмен және өзгергіш болып, олардың физиологиялық күйінің ауытқымалы сипатын сипаттайды.

Осы зерттеу нәтижелері шырғанақтың фотосинтетикалық аппаратының құрылымы мен қызметін зерттеуде, оның жыныстық дарақтарының физиологиялық ерекшеліктерін анықтауда, сондай-ақ тау жағдайларында бейімделуін бағалауда маңызды дерек болып табылады.

Негіздеу:

1-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

1-учаскеде жүргізілген зерттеу нәтижелері шырғанақтың аталық және аналық дарақтарының жапырақтарында хлорофилл-*a* және хлорофилл-*b* мөлшерінің өзара салыстырмалы деңгейі мен вариация дәрежесінің ерекшеленетінін көрсетті.

Хлорофилл-*a* мөлшері. Аталық дарақтарда хлорофилл-*a* мөлшерінің орташа мәні 1,12 мг/г, аналық дарақтарда 0,94 мг/г, жалпы орташа арифметикалық мән 1,03 мг/г деңгейінде тіркелді. Вариация коэффициенті (C_v) бойынша аталық дарақтарда 12,95%, аналық дарақтарда 33,77% болды. Таңдамалы орташа қате аталық дарақтарда 0,026 мг/г, аналық дарақтарда 0,058 мг/г деңгейінде анықталды. Бұл аталық дарақтарда хлорофилл-*a* мөлшерінің тұрақты, ал аналық дарақтарда ауытқымалы екенін көрсетеді.

Хлорофилл-*b* мөлшері. Хлорофилл-*b* көрсеткіштері де ұқсас деңгейде анықталды: аталық дарақтарда – 1,12 мг/г, аналық дарақтарда – 0,94 мг/г, орташа мән – 1,03 мг/г.

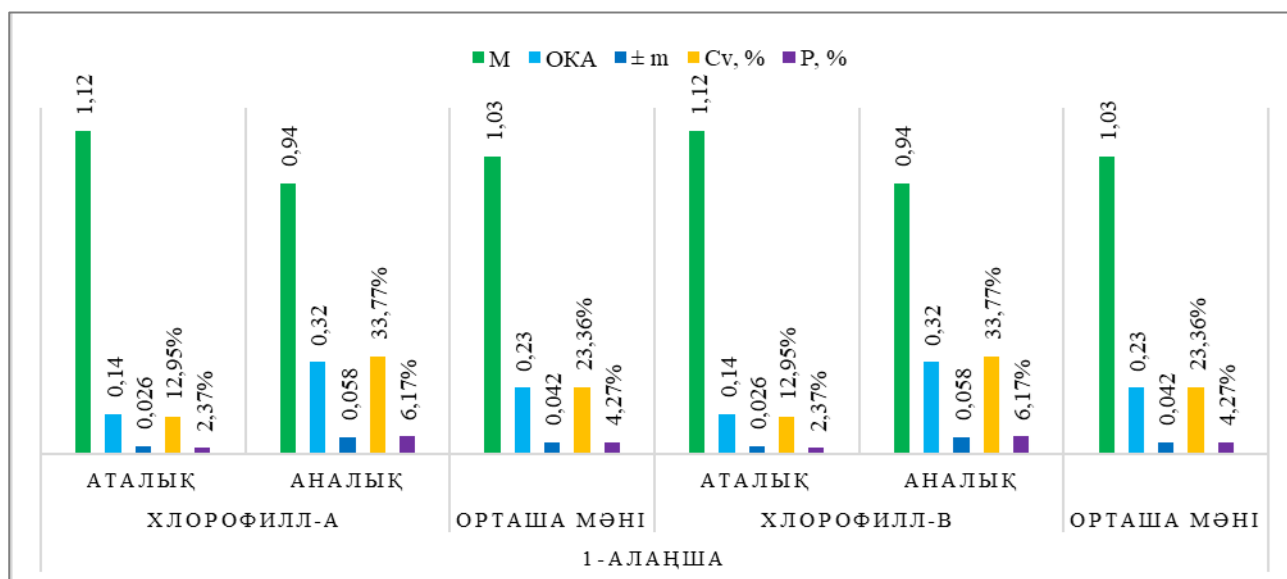
Вариация коэффициенттері мен салыстырмалы қателіктер де дәл сондай. Бұл дерек 1-учаскеде хлорофилл-*a* мен хлорофилл-*b* пигменттерінің мөлшері шамалас екенін растайды (Сурет 2).

Пигменттер қатынасының маңызы

Фотосинтез процесінде хлорофилл-*a* негізгі рөл атқарып, реакция орталықтарында жарық энергиясын тікелей химиялық энергияға айналдыруға қатысады, ал хлорофилл-*b* антенналық рөл атқарып, қосымша жарық жинап, оны хлорофилл-*a* молекулаларына береді. Әдетте табиғи жағдайларда олардың арақатынасы 3:1 немесе 4:1 шамасында болуы мүмкін [17].

Алайда бұл учаскеде олардың мөлшері бірдей деңгейде (1,12 және 0,94 мг/г) тіркелуі өсімдіктің фотосинтездік аппаратының бейімделу механизмінің ерекшелігіне байланысты

болуы мүмкін. Бұл теңгерімділік *Hipporhae rhamnoides* өсімдігінің жарық режимі өзгермелі тау экожүйесінде толық спектрлі жарықты тиімді пайдалану қабілетін қамтамасыз етеді.



Сурет 2 – 1-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

Жыныстық айырмашылықтың интерпретациясы

Аталық дарактарда пигменттер мөлшері жоғары әрі өзгергіштік деңгейі төмен болуы олардың физиологиялық белсенділігінің бірқалыпты екенін көрсетеді. Ал аналық дарактарда пигмент мөлшерінің төмен әрі өзгергіш болуы репродуктивтік мүшелердің түзілуі мен даму кезеңдерінде қоректік заттардың қайта бөлінуімен тікелей байланысты. Бұл нәтиже *Hipporhae rhamnoides* өсімдігінің қосүйлі өсімдік ретіндегі ерекшелігін толық растайды.

1-учаскеде шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің деректері аталық дарактарда фотосинтетикалық аппараттың тұрақты және белсенді жұмыс істейтінін, ал аналық дарактарда фотосинтетикалық пигмент мөлшерінің ауытқымалы екенін көрсетті.

Бұл айырмашылық шырғанақтың жыныстық ерекшелігіне тән морфо-физиологиялық бейімделу стратегиясының көрінісі болып табылады.

2-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

2-учаскеде жүргізілген зерттеу нәтижелері *Hipporhae rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жыныстық ерекшелікке тәуелділігін және деректердің таралу сипатын көрсетті.

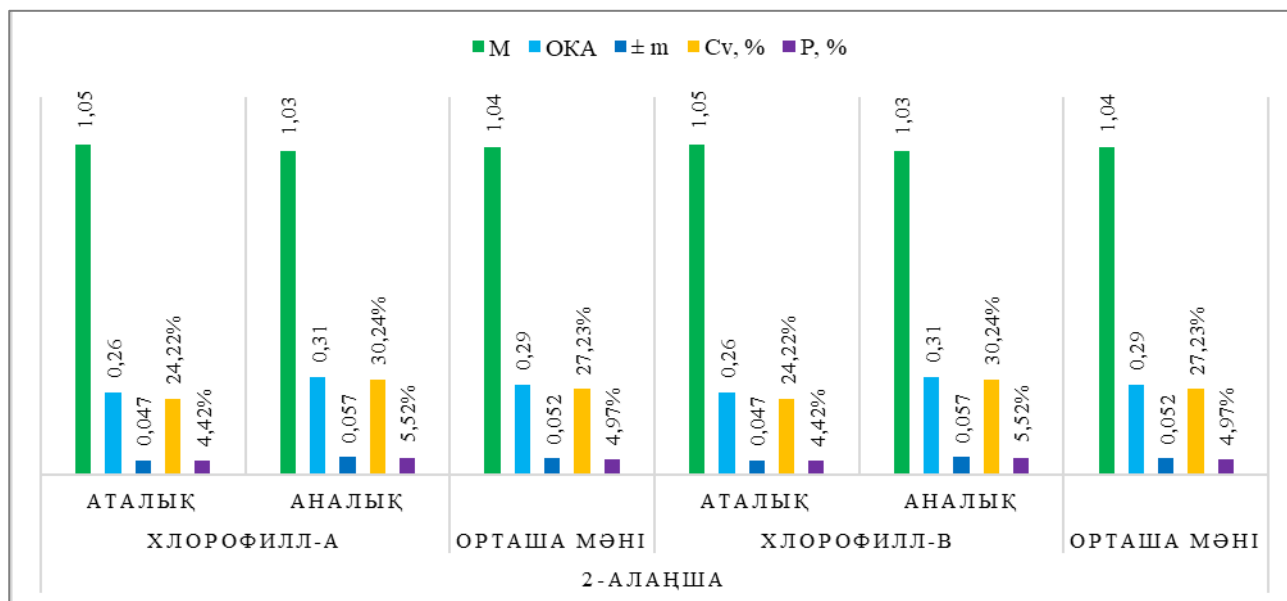
Хлорофилл-а мөлшері аталық дарактарда 1,05 мг/г, аналық дарактарда 1,03 мг/г, орташа мәні 1,04 мг/г деңгейінде анықталды. **Вариация коэффициенті (Cv)** аталық дарактарда 18,32%, аналық дарактарда 30,24% болып, аналық дарактарда ауытқу деңгейі жоғары екенін көрсетті. Таңдамалы орташа қате ($\pm m$) аталық дарактарда 0,044 мг/г, аналық дарактарда 0,057 мг/г болды. Бұл деректер аналық дарактарда репродуктивтік кезеңге байланысты физиологиялық процестердің өзгергіштігі жоғары екенін көрсетеді. Аталық дарактардағы төмен вариация олардың фотосинтетикалық пигменттер құрамының тұрақтылығын, аналық дарактардағы жоғары вариация генеративтік процестерге байланысты ауытқымалы сипатты дәлелдейді.

Хлорофилл-в мөлшері бойынша көрсеткіштер толық сәйкес келді: аталық дарактарда 1,05 мг/г, аналық дарактарда 1,03 мг/г, орташа мәні 1,04 мг/г. Вариация коэффициенті мен таңдаулы орташа қате мәндері де хлорофилл-а көрсеткіштеріне ұқсас болды, бұл 2-учаскеде хлорофилл-а мен хлорофилл-в мөлшерінің теңдестірілген деңгейде екенін және олардың

арақатынасының шамамен 1:1 екенін көрсетті. Әдетте өсімдіктерде бұл арақатынас 3:1 немесе 4:1 аралығында болады, ал тау жағдайындағы шырғанақ жапырақтарында пигменттердің теңдей болуы жарықтың спектралды құрамын тиімді пайдалануға және фотосинтездің бейімделу механизмдерінің жүзеге асуына мүмкіндік береді.

Бұл деректер *Hipporhae rhamnoides* түрінің биік таулы экожүйелерге бейімделу стратегиясының маңызды көрсеткіші болып табылады және оның жарыққа қатысты пластикалық қасиеттерін сипаттайды.

Қорытындылай келе, хлорофилл-а мен хлорофилл-в мөлшерінің тең болуы өсімдік жапырақтарының жарық энергиясын жинау және оны фотохимиялық реакцияларға бағыттау механизмінің үйлесімділігін көрсетеді және биік таулы жағдайда бейімделуінің тиімділігін дәлелдейді (Сурет 3).



Сурет 3 – 2-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

3-учаскедегі шырғанақ жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің көрсеткіштерін ғылыми интерпретациялау

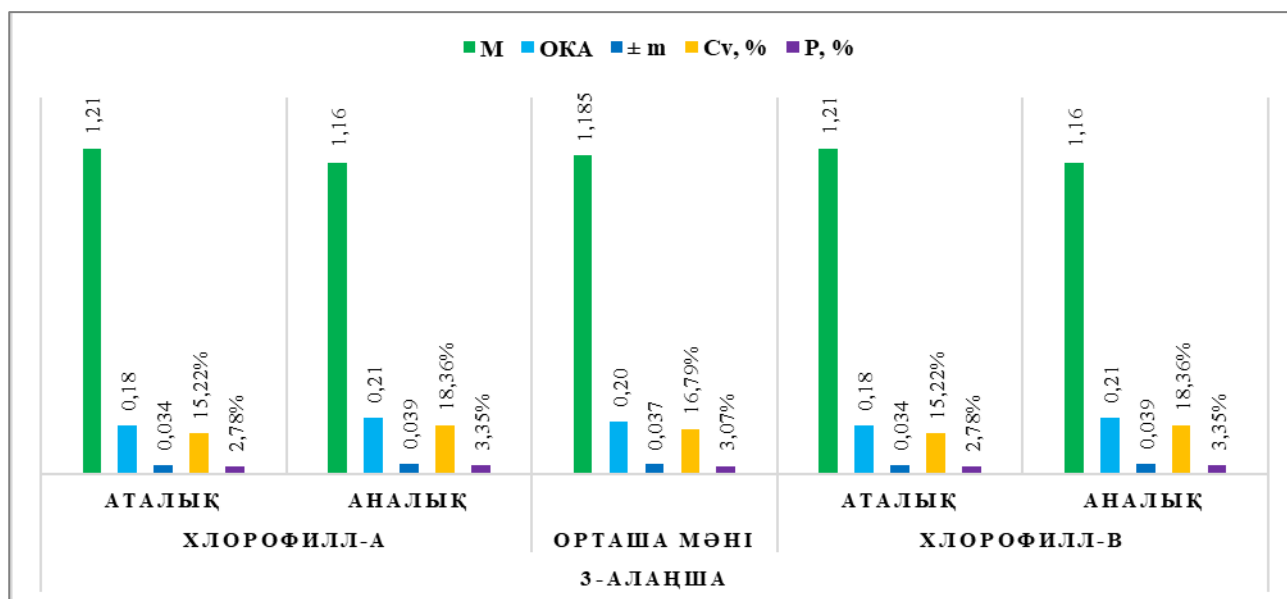
3-учаскеде жүргізілген зерттеу *Hipporhae rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жоғары деңгейде екенін және жыныстық айырмашылықтарды нақты көрсеткенін анықтады.

Хлорофилл-а мөлшері аталық дарактарда 1,21 мг/г, аналық дарактарда 1,16 мг/г, орташа мәні 1,185 мг/г деңгейінде тіркелді. Вариация коэффициенті аталық дарактарда 14,70%, аналық дарактарда 22,62%, орташа мәні 18,66% болды. Таңдамалы орташа қате ($\pm m$) аталық дарактарда 0,051 мг/г, аналық дарактарда 0,066 мг/г болып, аналық дарактарда даралар арасындағы өзгергіштіктің жоғары екенін көрсетті.

Хлорофилл-в мөлшері де ұқсас болып, аталық дарактарда 1,21 мг/г, аналық дарактарда 1,16 мг/г, орташа мәні 1,185 мг/г деңгейінде анықталды. Вариация коэффициенттері мен таңдаулы орташа қате көрсеткіштері де хлорофилл-а деректерімен сәйкес келіп, екі пигмент мөлшерінің тепе-теңдігін және динамикасының бір бағытта өзгеретінін көрсетті.

Пигменттердің жоғары және теңгерімді деңгейде болуы шырғанақтың фотосинтетикалық аппаратында жарық энергиясын тиімді жинау мен пайдалану механизмінің тұрақтылығын қамтамасыз етеді. Аталық дарактарда пигмент мөлшерінің сәл жоғары және тұрақты болуы фотосинтездік белсенділіктің жоғары екенін, ал аналық дарактардағы өзгергіштік репродуктивтік процестерге байланысты қоректік заттардың қайта бөлінуімен түсіндірілетінін көрсетеді.

Хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің шамалас деңгейде (1,21 және 1,16 мг/г) болуы фотосинтетикалық аппараттың үйлесімділігін қамтамасыз етіп, өсімдік жапырақтарының жарық энергиясын тиімді пайдаланатынын және фотосинтез процесінің белсенді жүріп жатқанын көрсетеді (Сурет 4).



Сурет 4 – 3-алаңша бойынша аталық және аналық өсімдіктердегі хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерлері көрсеткіштері

Жыныстық айырмашылықтың интерпретациясы.

Аталық дарақтарда хлорофилл мөлшерінің жоғары болуы (1,21 мг/г) және вариация коэффициентінің төмен болуы (14,70%) фотосинтездік белсенділіктің тұрақтылығын және физиологиялық процестердің үйлесімді жүріп жатқанын көрсетеді.

Аналық дарақтарда мөлшердің сәл төмен болуы (1,16 мг/г) және вариация коэффициентінің жоғары болуы (22,62%) аналық дарақтар арасында физиологиялық күйдің біркелкі еместігін және генеративтік процестерге ресурстардың жұмсалыуына байланысты пигмент мөлшерінің өзгергіштігін дәлелдейді.

3-учаскеде *Hipporhæ rhamnoides* жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің жоғары деңгейде анықталуы өсімдіктердің фотосинтездік белсенділігінің жоғары екенін көрсетті. Аталық және аналық дарақтар арасындағы айырмашылық аз болғанымен, аналық дарақтарда пигмент мөлшерінің өзгергіштік дәрежесі жоғары болып шықты. Сонымен қатар, хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерінің теңдестірілуі жапырақтың жарықты сіңіру және фотосинтездік процестерді тұрақты жүргізу қабілетін көрсетеді.

Қорытынды

Hipporhæ rhamnoides жапырақтарындағы хлорофилл-а және хлорофилл-в мөлшерін зерттеу олардың аталық дарақтарда жоғары әрі тұрақты, аналық дарақтарда салыстырмалы төмен және вариациясы жоғары екенін көрсетті. Бұл аналық дарақтардағы физиологиялық тұрақсыздықтың репродуктивтік функциялармен, ал аталық дарақтардағы фотосинтетикалық белсенділіктің бірқалыптылығымен байланысты екенін дәлелдейді.

Зерттеу нәтижелері шырғанақтың биік таулы экожүйе жағдайларына жоғары бейімделгіштігін және пигменттік құрам тұрақтылығын көрсетті. Биіктік белдеулер арасында үлкен айырмашылықтар болмағанымен, 3-учаскедегі көрсеткіштердің жоғары болуы қолайлы экологиялық факторлармен байланысты болуы мүмкін. Бұл нәтижелер өсімдіктердің фотосинтетикалық аппаратының құрылымын, жыныстық ерекшеліктерге байланысты физиологиялық айырмашылықтарды және биік таулы экожүйелердегі бейімделу деңгейін бағалауда маңызды ғылыми негіз болып табылады. Ғылыми жаңалығы – шырғанақтың жыныстық дарақтарындағы пигмент мөлшерінің тұрақтылығы мен өзгергіштігінің биік таулы

жағдайда алғаш рет жүйелі дәлелденуінде. Практикалық тұрғыда алынған деректер экожүйелік мониторинг, шырғанақ плантацияларын ұйымдастыру және селекциялық жұмыстарда дарақтардың физиологиялық әлеуетін бағалау үшін қолдануға мүмкіндік береді.

Алғыс. Зерттеу жұмыстарының далалық кезеңін ұйымдастырудағы қолдауы үшін «Көлсай көлдері» МҰТП әкімшілігі мен қызметкерлеріне алғыс білдіреміз. Физиологиялық және биохимиялық деректерді өндеуге ғылыми кеңес және әдістемелік көмек көрсеткені үшін б.ғ.к. Н.Н. Бессчетноваға ризашылығымызды білдіреміз. Хлорофилл мөлшерін анықтау жұмыстары Ресей Федерациясы, Нижегород мемлекеттік ауылшаруашылық академиясының Орман шаруашылығы факультетінде жүргізіліп, зертхана ұжымына ғылыми-техникалық қолдауы үшін алғыс айтамыз.

Әдебиеттер тізімі

1. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Бессчетнов, В.П., Бессчетнова, Н.Н., Кентбаев, Е.Ж., Қапарбай, Р.Е. (2024). Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы популяциялардағы кәдімгі шырғанақ жапырақтарындағы пластидті пигменттердің құрамымен балансы. Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық-техникалық университетінің ғылыми-практикалық журналы, 2(75), б. 51–61. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2024-2-2-51-61>
2. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Бессчетнов, В.П., Қапарбай, Р.Е., Тургамбаев, Д.Г. (2021). Современное состояние естественных популяций облепихи крушиновидной (*Hipporhae rhamnoides* L.) в ГНПП «Кольсай көлдері». Молодежный агрофорум – 2021: материалы международной научно-практической интернет-конференции молодых ученых, Нижний Новгород, 11–12 февраля 2021 г. Нижний Новгород, стр. 130–134.
3. Бабаев, Р. Н., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2022). Пигментация листовых пластин представителей рода береза (*Betula* L.). Лесной вестник/Forestry bulletin, 26(3), стр. 29–38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-3-29-38>
4. Арынов, Б.Б., Абаева, К.Т., Кентбаева, Б.А., Қапарбай, Р.Е. (2022). Особенности популяции *Hipporhae rhamnoides* L. в ГНПП «Кольсай көлдері». Аграрная наука – сельскому хозяйству: XVII Международная научно-практическая конференция. Сборник материалов, Книга 1, Барнаул, стр. 317–319.
5. Арынов, Б.Б., Кентбаев, Е.Ж., Мухитдинов, Н.М., Қапарбай, Р.Е. (2022). «Көлсай көлдері» МҰТП дендрофлорасы мен сирек орман қауымдастығын сақтаудағы рөлі. Интродукция, сохранение биоразнообразия и зеленое строительство в условиях изменяющегося климата и антропогенного воздействия: материалы конференции, г. Актау, стр. 255–260.
6. Арынов, Б.Б., Кентбаева, Б.А., Кентбаев, Е.Ж., Бессчетнова, Н.Н., Бессчетнов, В.П. (2023). Содержание и баланс пластидных пигментов в листовом аппарате облепихи в популяциях Юго-Востока Казахстана. VESTNIK, 4(40), стр. 5–13.
7. Бессчетнов, В. П., Кентбаев, Е. Ж. (2018). Опыт зеленого черенкования облепихи крушиновидной в условиях юго-востока Казахстана. Известия высших учебных заведений. Лесной журнал, (4 (364)), стр. 56–62. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.56>
8. Бессчетнова, Н. Н. (2011). Пигментный состав хвои плюсовых деревьев сосны обыкновенной в архивах клонов. Труды факультета лесного хозяйства Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии: сборник научных статей, 1(1), стр. 56–65.
9. Бессчетнова, Н. Н. (2013). Многомерная оценка плюсовых деревьев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) по показателям пигментного состава хвои. Вестник Марийского государственного технического университета. Серия Лес. Экология. Природопользование, 1(17), стр. 5–14.
10. Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2014). Сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris* L.). Морфометрия и физиология хвои плюсовых деревьев. Нижний Новгород: Нижегородская ГСХА, 368 с.
11. Кентбаев, Е. Ж., Бессчетнов, В. П., Кентбаева, Б. А., Бессчетнова, Н. Н. (2021). Облепиха в Казахстане. Алматы: ТОО Лантар Трейд, 321 с.

12. Кентбаева, Б. А., Кентбаев, Е. Ж., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П., Кулиев, А. С. (2022). Экологическая устойчивость интродуцированных сортов облепихи в Кыргызстане. Вестник Нижегородской государственной сельскохозяйственной академии, 4(36), стр. 15–21.
13. Кулькова, А. В., Бессчетнова, Н. Н., Бессчетнов, В. П. (2018). Многопараметрическая оценка таксономической близости видов ели (*Picea A. Dietr.*) по пигментному составу хвои. Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование, 1(37), стр. 5–18.
14. Vdovina, T. A., Isakova, E. A., Lagus, O. A., Sumbembayev, A. A. (2024). Selection assessment of promising forms of natural *Hippophae rhamnoides* (Elaeagnaceae) populations and their offspring in the Kazakhstan Altai Mountains. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250451>
15. Dere, Ş., Güneş, T., Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and total carotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish Journal of Botany*, 22(1), pp. 13–18.
16. Zulfiqar, R., Fatima, K., Mugabi, R., Sharma, A., Rustagi, S., Singh, R., Nayik, G. A. (2025). The miracle Berry: Unveiling the therapeutic attributes of sea buckthorn – A review. *Human Nutrition & Metabolism*, 41, 200321. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2025.200321>
17. Mutsenko, V., Rubalskii, E., Anastassopoulos, E., Zaragotas, D., Marin, S. L., Sydykov, B., Gryshkov, O. (2025). Study of freezing properties of aqueous leaf homogenates from *Hippophae rhamnoides*. *Cryobiology*, 120, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2025.105281>
18. Zhu, P., Ren, Y., Wei, C., Luo, J., Wu, D., Ye, X., Tian, J. (2025). Compounds from sea buckthorn and their application in food: A review. *Food Chemistry*, 143428. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143428>

References

1. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Besschetnov V.P., Besschetnova N.N., Kentbaev E.Zh., Kaparbaj R.E. (2024). Kazakhstannyng ontustik-shygysyndagy populyatsiyalardagy kadimgi shyrganak zhapyraqтарыndagy plastidti pigmentterdin kuramymen balansy. Zhan'gir khan atyndagy Batys Kazakhstan agrarlyk-tekhnikalik universitetinin gylimi-praktikalik zhurnaly, 2(75), 51–61. <https://doi.org/10.52578/2305-9397-2024-2-2-51-61> [in Kazakh].
2. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Besschetnov V.P., Kaparbaj R.E., Turgambaev D.G. (2021). Sovremennoe sostoyanie estestvennykh populyatsiy oblepikhi krushinovidnoj (*Hippophae rhamnoides* L.) v GNPP «Kolsay koldery». Molodezhnyy agroforum – 2021: materialy mezhdunar. nauchno-prakt. internet-konferentsii molodykh uchenykh, Nizhnij Novgorod, 11–12 fevralya 2021 g. Nizhnij Novgorod, 130–134 [in Russian].
3. Babaev R.N., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2022). Pigmentatsiya listovykh plastin predstavitelej roda bereza (*Betula* L.). Lesnoj vestnik/Forestry bulletin, 26(3), 29–38. <https://doi.org/10.18698/2542-1468-2022-3-29-38> [in Russian].
4. Arynov B.B., Abaeva K.T., Kentbaeva B.A., Kaparbaj R.E. (2022). Osobennosti populyatsii *Hippophae rhamnoides* L. v GNPP «Kolsay koldery». Agrarnaya nauka – sel'skomu khozyajstvu: XVII Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya. Sbornik materialov, Kniga 1, Barnaul, 317–319 [in Russian].
5. Arynov B.B., Kentbaev E.Zh., Mukhitdinov N.M., Kaparbaj R.E. (2022). «Kolsay koldery» MUTP dendroflorasy men sirek orman kauymdastyghyn saktaudagy roli. Introduktsiya, sokhranenie bioraznoobraziya i zelenoe stroitel'stvo v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata i antropogennogo vozdejstviya: materialy konferentsii, Aktau, 255–260 [in Kazakh].
6. Arynov B.B., Kentbaeva B.A., Kentbaev E.Zh., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2023). Soderzhanie i balans plastidnykh pigmentov v listovom apparate oblepikhi v populyatsiyakh YUgo-Vostoka Kazakhstana. Vestnik, 4(40), 5–13 [in Russian].
7. Besschetnov V.P., Kentbaev E.Zh. (2018). Opyt zelenogo cherenkovaniya oblepikhi krushinovidnoj v usloviyakh yugo-vostoka Kazakhstana. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedenij. Lesnoj zhurnal, (4(364)), 56–62. <https://doi.org/10.17238/issn0536-1036.2018.4.56> [in Russian].

8. Besschetnova N.N. (2011). Pigmentnyj sostav khvoi plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoj v arkhivakh klonov. Trudy fakul'teta lesnogo khozyajstva Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii: sbornik nauchnykh statej, Nizhnij Novgorod, 1(1), 56–65 [in Russian].
9. Besschetnova N.N. (2013). Mnogomernaya otsenka plyusovykh derev'ev sosny obyknovennoj (*Pinus sylvestris* L.) po pokazatelyam pigmentnogo sostava khvoi. Vestnik Marijskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie, 1(17), 5–14 [in Russian].
10. Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2014). Sosna obyknovennaya (*Pinus sylvestris* L.). Morfometriya i fiziologiya khvoi plyusovykh derev'ev. Nizhnij Novgorod: Nizhegorodskaya GSKHA, 368 s. [in Russian].
11. Kentbaev E.Zh., Besschetnov V.P., Kentbaeva B.A., Besschetnova N.N. (2021). Oblepikha v Kazakhstane. Almaty: TOO Lantar Trejd, 321 s. [in Russian].
12. Kentbaeva B.A., Kentbaev E.Zh., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P., Kuliev A.S. (2022). Ekologicheskaya ustojchivost' introdutsirovannykh sortov oblepikhi v Kyrgyzstane. Vestnik Nizhegorodskoj gosudarstvennoj sel'skokhozyajstvennoj akademii, 4(36), 15–21 [in Russian].
13. Kul'kova A.V., Besschetnova N.N., Besschetnov V.P. (2018). Mnogoparametricheskaya otsenka taksonomicheskoy blizosti vidov eli (*Picea A. Dietr.*) po pigmentnomu sostavu khvoi. Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Seriya: Les. Ekologiya. Prirodopol'zovanie, 1(37), 5–18 [in Russian].
14. Vdovina, T. A., Isakova, E. A., Lagus, O. A., & Sumbembayev, A. A. (2024). Selection assessment of promising forms of natural *Hippophae rhamnoides* (Elaeagnaceae) populations and their offspring in the Kazakhstan Altai Mountains. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 25(4). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d250451>
15. Dere, Ş., GÜNEŞ, T., & Sivaci, R. (1998). Spectrophotometric determination of chlorophyll-A, B and totalcarotenoid contents of some algae species using different solvents. *Turkish journal of Botany*, 22(1), 13-18.
16. Zulfiqar, R., Fatima, K., Mugabi, R., Sharma, A., Rustagi, S., Singh, R., & Nayik, G. A. (2025). The miracle Berry: Unveiling the therapeutic attributes of sea buckthorn—A review. *Human Nutrition & Metabolism*, 41, 200321. <https://doi.org/10.1016/j.hnm.2025.200321>
17. Mutsenko, V., Rubalskii, E., Anastassopoulos, E., Zaragotas, D., Marin, S. L., Sydykov, B., ... & Gryshkov, O. (2025). Study of freezing properties of aqueous leaf homogenates from *Hippophae rhamnoides*. *Cryobiology*, 120, 105281. <https://doi.org/10.1016/j.cryobiol.2025.105281>
18. Zhu, P., Ren, Y., Wei, C., Luo, J., Wu, D., Ye, X., & Tian, J. (2025). Compounds from sea buckthorn and their application in food: A review. *Food Chemistry*, 143428. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.143428>

**Б.Б. Арынов^{*1}, Б.А. Кентбаева¹, В.П. Бессчетнов³ Р.Е. Қапарбай²,
Ш. Қапар¹, М.К. Шыныбеков¹**

¹Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан, aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, , raushan.kaparbay@mail.ru, kapar.sh@kaznaru.edu.kz

²Государственный национальный природный парк «Көлсай көлдері», Саты, Казахстан, murat.shynybekov@mail.ru

³Нижегородский государственный агротехнологический университет, г. Нижний Новгород, Россия, lesfak@bk.ru

ПОЛОВЫЕ И МОРФОФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИГМЕНТНОГО СОСТАВА *HIPPOPHAE RHAMNOIDES*, ПРОИЗРАСТАЮЩЕЙ В НАЦИОНАЛЬНОМ ПАРКЕ «КӨЛСАЙ КӨЛДЕРІ»

Аннотация

Hippophae rhamnoides L. (облепиха) — вид растений семейства Elaeagnaceae, являющийся реликтовым и обладающий высокой адаптивностью, широко распространён на

территории Казахстана. В основном он встречается на предгорьях, в долинах рек, на скалистых склонах и в прибрежных зонах рек и озёр. В настоящем исследовании определено содержание пигментов хлорофилл-а и хлорофилл-б в листьях *Hippophae rhamnoides*, произрастающих на различных горных участках территории государственного национального природного парка, и рассмотрены их изменения в зависимости от половой дифференциации растений. Показаны различия в содержании пигментов у мужских и женских особей растения, изучен уровень вариации показателей между отдельными экземплярами. Установлено, что у мужских особей содержание хлорофилл-а и хлорофилл-б в листьях выше и более стабильное, тогда как у женских особей данные показатели несколько ниже и подвержены большему колебанию. Сходные уровни содержания пигментов на различных участках подтверждают высокую адаптацию облепихи к условиям горных экосистем. Сохранение сбалансированного уровня хлорофилл-а и хлорофилл-б свидетельствует о скоординированной работе фотосинтетического аппарата растения и эффективности процессов поглощения света и его преобразования в энергию. Полученные результаты предоставляют важные данные для определения физиологического состояния облепихи в зависимости от половых особенностей и способствуют пониманию механизмов адаптации вида к условиям высокогорных экосистем.

Ключевые слова: *Hippophae rhamnoides*, хлорофилл-а, хлорофилл-б, фотосинтетические пигменты, фотосинтез, коэффициент вариации, физиологическая адаптация.

**B.B. Arynov*¹, B.A. Kentbayeva¹, V.P. Besschetnov³, R.Ye. Kaparbay²,
Sn. Kapar¹, M.K. Shynybekov¹**

¹ Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

² Kolsai Lakes State National Nature Park, Saty, Kazakhstan

³ Nizhny Novgorod State Agrotechnological University, Nizhny Novgorod, Russia
aryn.bauyrzhan@gmail.com, kentbayeva@mail.ru, lesfak@bk.ru, raushan.kaparbay@mail.ru,
kapar.sh@kaznaru.edu.kz, murat.shynybekov@mail.ru

SEXUAL AND MORPHOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF THE PIGMENT COMPOSITION OF *HIPPOPHAE RHAMNOIDES* IN THE «KOLSAI LAKES» NATIONAL PARK

Abstract

Hippophae rhamnoides L. (sea buckthorn) is a plant species belonging to the Elaeagnaceae family, characterized as a relict species with high adaptability, and is widely distributed across the territory of Kazakhstan. It predominantly occurs in foothills, river valleys, rocky slopes, and in the vicinity of rivers and lakes. In this study, the content of chlorophyll-a and chlorophyll-b pigments in the leaves of *Hippophae rhamnoides* growing in various mountainous areas within the territory of a state national nature park was determined, and their variations depending on the sexual differentiation of the plants were examined. Differences in pigment content between male and female individuals of the species were revealed, and the level of variation among individual specimens was analyzed. It was established that the leaves of male individuals contained higher and more stable levels of chlorophyll-a and chlorophyll-b, whereas in female individuals, these indicators were slightly lower and more variable. The similar levels of pigment content recorded across different sites confirm the high adaptability of sea buckthorn to the conditions of mountain ecosystems. The maintenance of balanced levels of chlorophyll-a and chlorophyll-b indicates the coordinated functioning of the plant's photosynthetic apparatus and the efficiency of light absorption and its conversion into energy. The results obtained provide important data for assessing the physiological state of sea buckthorn depending on its sexual characteristics and contribute to understanding the mechanisms of adaptation of the species to high-altitude ecosystem conditions.

Keywords: *Hippophae rhamnoides*, chlorophyll-a, chlorophyll-b, photosynthetic pigments, photosynthesis, coefficient of variation, physiological adaptation.

Авторлардың үлесі:

Б.Б. Арынов – мақаланың бастапқы нұсқасын жазу, әдістеме;

Б.А. Кентбаева – шолу және редакциялау, әкімшілік басқару;
В.П. Бессчетнов – тұжырымдама жасау, деректерді қадағалау;
Р.Е. Қапарбай – қаржыландыруды қамтамасыз ету, ресурстар;
Ш. Қапар – формальды талдау, редакциялау;
М.К. Шыныбеков – визуализация, бағдарламалық қамтамасыз ету.

МРНТИ 10.53.28

DOI <https://doi.org/10.37884/3-2025/49>

М.Б. Нурпеисова^{1}, Д.М. Киргизбаева¹, А.Н. Жилдикбаева²,
Э.А.Азизов³, А.К. Утесбаев¹*

*¹Казахский национальный исследовательский технический университет им.
К.И.Сатпаева, Алматы, Казахстан*

*²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г.Алматы,
Казахстан*

*³Казахский национальный университет им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан.
marzhan-nurpeissova@rambler.ru; a.zhildikbaeva@mail.ru*

ВНЕДРЕНИЕ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ МОНИТОРИНГЕ ЗЕМЕЛЬНЫХ РЕСУРСОВ

Аннотация

В статье рассмотрены и обоснованы практическое использование инновационных технологий (беспилотных летательных аппаратов – БПЛА) для целей мониторинга и картографирования земельных ресурсов, современные и перспективные представления о видах источников данных для сельскохозяйственного картографирования, приведены примеры подбора исходных материалов и картографических документов для создания карт различной направленности, включая подготовку единой электронной картографической основы, данных дистанционного зондирования Земли и беспилотных летательных аппаратов.

В результате проведенных научных работ, изучены и усовершенствованы:

- опыт и методология картографирования сельскохозяйственных комплексов в республике и за рубежом;
- методика и технология геоинформационного картографирования сельскохозяйственных объектов по данным БПЛА.

Разработана усовершенствованная технологическая схема наблюдения и цифрового картографирования земель, принадлежащих кооперативным и приусадебным хозяйствам. Предложена методика формирования трёхмерной модели таких объектов на основе данных дистанционного зондирования Земли. Разработанный подход к созданию геоинформационных карт земель фермерских, кооперативных и приусадебных хозяйств может применяться для задач сельскохозяйственного планирования и рационального землепользования в регионах с аналогичными природными и экономическими условиями в других странах. Полученные результаты исследования могут быть полезны в научных изысканиях, при выполнении магистерских и докторских диссертаций, а также в образовательном процессе университетов.

Ключевые слова: *рациональное землепользование, земельные ресурсы, аграрный сектор, информационно-аналитическое обеспечение, тематическая сельскохозяйственная карта, беспилотные летательные аппараты, геоинформационные системы и технологии.*