

әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті

ӘОЖ 597.552.5 (282.255.5) (043)

Қолжазба құқығында

ТҰРСЫНӘЛІ МАРЛЕН ТҰРСЫНӘЛІҰЛЫ

Балқаш бассейніндегі *Oncorhynchus mykiss* жерсіндірілген және мәдени табындарының фенетикалық әртүрлілігі мен биологиялық өзгергіштігін зерттеу

8D08401-Балық шаруашылығы және өнеркәсіптік балық аулау

Философия докторы (PhD)

ғылыми дәрежесін алу үшін дайындалған диссертация

Отандық ғылыми кеңесші:
б.ғ.к., қауымдастырылған
профессор Мамилов Н.Ш.

Шетелдік ғылыми кеңесші:
PhD, профессор
Мирослав Щипковский

Қазақстан Республикасы
Алматы, 2024

МАЗМҰНЫ

МАЗМҰНЫ.....	2
БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР	4
КІРІСПЕ.....	5
1 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ	9
1.1 Микижаның систематикалық жағдайы, биологиялық сипаттамасы, табиғи ареалы және оның түрішілік формалары мен тіршілік стратегиялары .	9
1.2 Микижаны жерсіндіру және аквакультура жағдайында өсіру тарихы, жабайы үйірлерінің қазіргі жағдайы	13
1.3 Тұрақты аквакультура үшін фенетикалық әртүрлілік пен биологиялық өзгергіштікті зерттеудің маңыздылығы	16
1.4 Микижаның балық өсіру объектісі ретінде технологиялық және биологиялық ерекшеліктері.....	18
1.5 Микижаның бөгде балық түр ретінде сипаттамасы	21
2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ.....	23
2.1 Зерттеу материалдары.....	23
2.1.1 Материалдар жиналған және өсірілген шаруашылықтар орыны	23
2.1.2 Жиналған, өңделген материалдар және зерттеу жүргізілген мерзімдері	25
2.2 Зерттеу әдістері.....	26
2.2.1 Микижалардың жабайы популяцияларын табиғи суқоймалардан аулау, тасымалдау және оларды бассейндерге бейімдеу әдістері.....	26
2.2.2 Табиғи суқоймалардан ауланған микижа балықтарын фотоға түсіру және фиксациялау әдістері	27
2.2.3 Микижа балықтарын шаруашылықта уылдырықтан бастап тауарлы балыққа дейін өсіру әдісі	28
2.2.4 Үлкен Қақпақ өзені және Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның жабайы өндірушілерінен уылдырық алу, ұрықтандыру және инкубациялау әдістері	29
2.2.5 Балықтарға биологиялық және морфологиялық талдау жасау әдістері	31
2.2.6 Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігін зерттеу әдістері	32
2.2.7 Гидрохимиялық талдау жасау әдістері	33
2.2.8 Статистикалық мәліметтерді өңдеу әдістері	34
3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ	35
3.1 Балқаш бассейнінің табиғи суайдындарында микижаның <i>Oncorhynchus mykiss</i> қазіргі кездегі таралуы және тіршілік циклі.....	35
3.1.1 Таралуы	35

3.1.2	<i>Тіршілік циклі ерекшелігі</i>	40
3.2	Балқаш бассейнінің су айдындарындағы микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігі	44
3.3	Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының биоморфологиялық көрсеткіштері.....	51
3.4	Микижаның <i>Oncorhynchus mykiss</i> жабайы популяциялары мен мәдени табындарының морфологиялық сипаттамалары	58
3.4.1	Зерттелген микижаның морфологиялық көрсеткіштері	58
3.4.1.1	<i>Үлкен Қақпақ өзеніне жерсіндірілген камчат микижасының морфологиялық сипаттамалары</i>	58
3.4.1.2	<i>Көлсай көлдеріне жерсіндірілген микижаның морфологиялық сипаттамалары</i>	65
3.4.1.3	<i>Шығу тегі польшалық микижалардың морфологиялық сипаттамалары</i>	72
3.4.1.4	<i>Шығу тегі даниялық микижаның морфологиялық сипаттамалары</i>	75
3.4.2	Зерттелген микижалардың салыстырмалы морфологиялық және статистикалық сипаттамалары	77
3.5	Балқаш бассейнінде микижаның жабайы популяцияларын пайдалану және тұрақты аквакультурасын жүргізу бойынша ұсыныстар	85
	ҚОРЫТЫНДЫ.....	96
	ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ	98
	ҚОСЫМША А	116

БЕЛГІЛЕУЛЕР МЕН ҚЫСҚАРТУЛАР

ЕҚТТ	Ерекше қорғалатын табиғи территориялар
ХТҚО	Халықаралық табиғат қорғау одағы
экз.	экземпляр
n	зерттелген даралардың саны
L	балықтың толық ұзындығы, мм
l	стандартты ұзындық немесе балықтың дене ұзындығы, мм
Q	балықтың толық салмағы, г
q	балықтың ішкі мүшелерінсіз салмағы, г
Fulton	Фультон бойынша қоңдылығы
Clark	Кларк бойынша қоңдылығы
FTU	судың лайлылық көрсеткіші
NH ₄ ⁺	аммоний ионы, мг/л
NO ₃ ⁻	нитрат ионы, мг/л
ρ	судың минерализациясы, мг/л
min	көрсеткіштің минималды мәндері
max	көрсеткіштің максималды мәндері
M	көрсеткіштің орташа мәні
±m	орташа ауытқу
±SD	стандартты ауытқу
CV	өзгергіштік коэффициенті
PCA	(principal component analysis) басты компоненттер анализі
CCA	(canonical correspondence analysis) сәйкестіктің каноникалық анализі

КІРІСПЕ

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Балқаш бассейні су айдындарындағы микижаның қазіргі жағдайы, таралуы мен тіршілік циклі, жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігі, биологиялық көрсеткіштері, морфологиялық ерекшеліктері сипатталған, сонымен қатар жабайы популяцияларын пайдалану және тұрақты аквакультурасын жүргізу бойынша мәліметтер келтірілген.

Тақырыптың өзектілігі. Биологиялық ресурстарды ұтымды басқару балықтардың жабайы популяциялары мен мәдени табындарының құрылымын реттеуді көздейді [1, 2]. Жеке дараларды өмір бойы сәйкестендіру ғылыми зерттеулер мен селекциялық жұмыстарды жүргізу үшін қажет. Бұл даралардың уақыт өте келе биологиялық қасиеттерінің өзгеруін зерттегенде өте маңызды. Молекулалық-генетикалық зерттеу әдістерін үнемі үлкен үлгілерді талдау үшін қолдануға болмайды. Олар кез-келген түрді басқалардан тез ажыратуға мүмкіндік бере бермейді. Ол үшін белгілердің (таңба) әртүрлі түрлері қолданылады – жүзбе қанаттарының қарапайым сәулелерін кесуден, қазіргі заманғы микрочиптер мен электронды таратқыштарға дейін. Алайда, таңбалаудың барлық түрлерін қолдану тәжірибесі олардың биологиялық ерекшеліктерін өзгерте отырып, жеке даралардың өзіне әсер ететінін көрсеткен [3]. Мұндай жағдайда фендер, яғни дискретті морфологиялық сипаттамалар қолданылады [4, 5]. Фенотиптер нақты даралардың генетикалық ерекшеліктерін, ал олардың көріну жиілігі популяцияның және белгілі бір түрдегі даралардың басқа топтарының генетикалық құрылымын көрсетеді [6]. Сондықтан соңғы онжылдықта фенетикаға деген қызығушылық жануарлардың жабайы популяциялары мен мәдени табындарын басқару міндеттерін тез және тиімді шешу мәселелеріне, сондай-ақ организмдердің бейімделу ерекшеліктерін және генетикалық ақпаратты жүзеге асыруға қоршаған ортаның әсерін түсіну қажеттілігіне байланысты айтарлықтай өсті [7].

Микижа немесе құбылмалы бахтақ *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) - әлемдегі ең маңызды аквакультура объектілерінің бірі болып табылады [8, 9, 10]. Балқаш бассейнінің су айдындарына арнайы жерсіндіру жұмыстарының нәтижесінде микижаның бірнеше табындары қалыптасады: жабайы өндірушілері Камчатка өзендерінен – Үлкен Қақпақ, Тентек, Еміл, Іле өзендері мен Бозымбай және Үлкен Өрікті көлдеріне [11] жіберілсе, ал мәдени құбылмалы бахтақ Чехословакияның балық өсіру шаруашылықтарынан – жоғары таулы аймақтағы Төменгі және Орта Көлсай көлдеріне жерсіндіреді. Кейін осы екі популяциялардан шыққан дараларын Шелек өзенінің бассейніне жібереді [12]. Микижаның мәдени формасын жерсіндіру сәтті өткенімен, алайда жабайы формасының көбеюі тек Үлкен Қақпақ өзенінде ғана анықталған. Қазіргі уақытта Алматы облысының балық өсіру шаруашылықтарында Польша мен Даниядан әкелінген микижалар өсіріледі.

Жұмыстың мақсаты. Балқаш бассейніндегі микижаның қазіргі жағдайын анықтау, жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенетикалық әртүрлілігі мен биологиялық өзгергіштігін зерттеу.

Жұмыстың міндеттері. Жұмыстың мақсатына сәйкес келесідей міндеттер орындалды:

1. Балқаш бассейнінің табиғи суайдындарында микижаның қазіргі кездегі таралуы мен тіршілік циклін анықтау;

2. Балқаш бассейнінің су айдындарындағы микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігін зерттеу;

3. Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының биологиялық көрсеткіштерін салыстыру;

4. Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының морфологиялық ерекшеліктерін сипаттау;

5. Балқаш бассейнінде микижаның жабайы популяцияларын пайдалану және тұрақты аквакультурасын жүргізу бойынша ұсыныстар беру.

Зерттеу нысаны. Балқаш бассейні су айдындарындағы (Төменгі Көлсай көлі, Қақпақ өзені) микижаның жабайы популяциялары, шығу тегі польшалық және даниялық микижалардың (құбылмалы бахтақ) мәдени табындары.

Зерттеу әдістері. Жұмыстың міндеттерін орындау барысында балықшаруашылық, картографиялық, морфометриялық, фенотиптік және көпөлшімді статистикалық әдістер қолданылды.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы.

Алғашқы жерсіндірілгеннен кейін шамамен 50 жыл ішінде Балқаш бассейні суайдындарындағы микижа популяциясының жағдайы және қазіргі таралу аймағы анықталды.

Балқаш бассейні суайдындарында мекендейтін микижаның жабайы популяцияларының өсу қарқыны, ұзындық-салмақтық көрсеткіштері, жыныстық жетілу ерекшеліктері және әртүрлі тіршілік стратегиялары зерттелді.

Алғаш рет Балқаш бассейнінің су айдындарындағы микижаның жабайы популяциялары мен шаруашылықта өсірілетін мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігі дене фрагменттері бойынша зерттелді.

Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының толық морфометриялық көрсеткіштері бойынша көпөлшемді статистикалық талдау жасалды.

Төменгі Көлсай көлі және Қақпақ өзенінен ауланған жабайы микижалар шаруашылық жағдайда өсіруге бейімделе алатыны анықталды.

Алғаш рет микижаның жабайы популяциялары өндірушілерінен жыныс өнімдері алынып, қолдан ұрықтандырылды және шабақтық кезеңге дейінгі өсуі мен өлім-жітім көрсеткіштері зерттелді.

Микижаның жабайы популяциялары (аталық) мен мәдени табындары (аналық) шаруашылық жағдайда қолдан ұрықтандырылды және дернәсілдері алынды.

Жұмыстың теориялық маңызы. Микижаның жерсіндірілген және мәдени табындарының фенетикалық алуантүрлілігі мен өзгергіштігін зерттеу жаңа экожүйелердегі бейімделу мен эволюция механизмдерін түсінуге көмектеседі. Фенетикалық алуантүрлілікті талдау тұраралық және түрішілік айырмашылықтар мен қоршаған ортаның өзгеруі түрлердің морфологиялық және физиологиялық сипаттамаларына қалай әсер ететіні туралы көбірек білуге мүмкіндік береді. Бұл биологиялық өзгергіштік пен бейімделуді зерттеудің теориялық үлгілеріне әсер етеді.

Жұмыстың практикалық маңызы. Биологиялық өзгергіштік пен фенетикалық әртүрлілікті зерттеу балық шаруашылығын тиімді басқару мен бахтактарды сақтау стратегиясын жасауға көмектеседі. Әртүрлі табындардың бейімделу мүмкіндіктері мен қажеттіліктерін түсіну олардың санын және популяциясының тұрақтылығын сақтау үшін маңызды. Сонымен қатар, аквакультура тәжірибесін жақсарту үшін өнімді әрі нақты су объектілерінің жағдайына біршама бейімделген бахтактардың жаңа тұқымдарын дамыту үшін пайдалануға болады. Тақырып бойынша диссертациялық жұмыс ғылым үшін іргелі маңызы бар, сонымен қатар табиғи ресурстарды тұрақты басқару және қоршаған ортаны қорғау үшін практикалық құндылық болып табылады.

Қорғауға ұсынылатын негізгі қағидалар.

1. Алғашқы жерсіндірілгеннен кейін шамамен 50 жыл ішінде микижа бастапқыда жіберілген өзен бассейндері аумағынан тыс таралмады.

2. Микижалар арасында өсу қарқыны, мөлшері, салмағы және жыныстық жетілу жасындағы үлкен айырмашылықтар популяциялар ішіндегі тіпті шағын суқоймаларда да жүзеге асырылатын әртүрлі тіршілік стратегияларын көрсетті.

3. Шелек өзенінің төменгі ағысындағы (Масақ жылғасы) микижа таулы аймақтардағы бахтактардан денесінің түсі бойынша ерекшеленеді.

4. Морфометриялық белгілері бойынша микижалардың жабайы популяциялары мен мәдени табындары арасында, сондай-ақ жыныс ерекшеліктеріне сәйкес айырмашылықтар байқалды.

5. Шығу тегі польшалық даралардың өміршендігі біршама жоғары болса, ал даниялық табындар жылдам өсумен ерекшеленді.

6. Төменгі Көлсай көлі және Қақпақ өзенінен ауланған микижалар шаруашылық жағдайда өсуге бейімделе алады.

Автордың жұмыстағы жеке үлесі. Автор диссертациялық жұмысты орындауда далалық материалдарды жинау, ауланған балықтарға биологиялық және морфологиялық талдау, суретке түсіру, балықтарды тірідей шаруашылықтарға жеткізу және оларды бассейндерде өсіру, зертханада әртүрлі балықтарды фенотиптік талдау, сонымен қатар мәліметтерді сандық, сапалық талдау және статистикалық өңдеу жұмыстарына қатысты. Алынған нәтижелерге талдау жүргізіп, тұжырым жасады. Диссертация мәтіні отандық ғылыми жетекшінің құрған жоспарына сәйкес келісіліп жазылды. Бірлескен мақалалардағы автордың үлесі басқаларымен бірдей.

Жұмыстың апробациясы. Диссертацияның зерттеу нәтижелері мен негізгі қағидалары әртүрлі халықаралық ғылыми конференцияларда баяндалды және ұсынылды: «Фараби әлемі» студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясы (Алматы, Қазақстан, 2021, 2022, 2023 жылдар), Global Science and Innovations 2021: Central Asia Халықаралық ғылыми-әдістемелік материалдары (Қазақстан, 2021), РҒА И.Д. Папанин атындағы ішкі суқоймалар биологиясы институтының 65-жылдығына арналған «XXI ғасырдағы су экожүйелерінің биологиясы: фактілер, гипотезалар, тенденциялар» Жалпыресейлік ғылыми конференциясы (Борок, Ресей, 2021 ж.), Биология ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰҒА құрметті мүшесі, ҚазҰЖҒА академигі Мухитдинов Наштай Мухитдинұлының 80 жылдығына арналған «Қазақстан тәуелсіздігі: биоалуантүрлілікті сақтау аспектілері» Халықаралық ғылыми-практикалық конференциясы материалдары (Алматы, Қазақстан, 2021).

Басылымдар. Диссертациялық жұмыстың қойылған мақсат және міндеттері аясында 10 ғылыми еңбек жарияланды, соның ішінде 6 тезис Халықаралық ғылыми-практикалық және ғылым-әдістемелік конференцияларда, 3 мақала ҚР Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ұсынған «ҚазҰУ Хабаршысы» ғылыми журналының биологиялық және экологиялық серияларында және 1 мақала Scopus және Web of Sciences базасындағы «*Animals*» журналында.

Диссертация құралымы. Диссертациялық жұмыс кіріспеден, 3 негізгі бөлімдерден, қорытындыдан және 226 пайдаланылған әдебиеттер тізімінен тұрады. Жазылған жұмыстың көлемі 115 бет және оның құрамына 34 кесте, 35 сурет және 1 қосымша кіреді.

1 ӘДЕБИЕТТЕРГЕ ШОЛУ

1.1 Микижаның систематикалық жағдайы, биологиялық сипаттамасы, табиғи ареалы және оның түршілік формалары мен тіршілік стратегиялары

Микижа немесе құбылмалы бахтақ – жоғары бейімдеушілікке қабілетті және көптеген фенетикалық алуантүрлі болып келетін, күрделі полиморфты түр [13]. Осыған байланысты микижаның таксономикалық статусы және оның жекеленген формалары алғашқы жазбалардан бастап-ақ ғылыми талқылаулардың нысаны болды. 1970 жылдары америкалық және көптеген еуропалық ихтиологтар микижаны (құбылмалы бахтақты) өткінші болатбасты албырттың (*Stealhead trout*) тұрақты формасы ретінде қарастырған [13, 278 б.]. Құбылмалы бахтақтың тек солтүстікамерика популяцияларының жекеленген формаларын идентификациялау үшін 20-дан астам түрлік атаулар ұсынылған. Олардың ішінде *Salmo kamploops*, *Salmo irideus*, *Salmo gilberti*, *Salmo gairdneri*, *Salmo penshinensis*, *Salmo mykiss* біршама танымал болды [14].

1836 жылы Ричардсонмен сипатталған және америкалық натуралист Гарднердің есімімен аталатын құбылмалы бахтақтың тұрақты және өтпелі формаларының екеуі де сол кездері *Salmo gairdneri* Richardson деп аталған [15]. Кейбір деректерге сүйенсек [16, 17] құбылмалы бахтақты жеке биологиялық түр ретінде қарастырған, яғни оған 1855 жылы Гиббонсон *Salmo irideus* Gibbons деп атау берген. Бұл балықты Ричардсон Солтүстік Американың солтүстік батысындағы Калифорния өзенінен анықтаған болса, Гиббонсон Калифорния штатына қарасты, Леандо өзенінен тауып сипаттаған. Ал 1792 жылы Валбауммен Камчатканың батыс жағалауындағы өзендерден ауланған құбылмалы бахтақтың азиялық популяцияларын *Salmo mykiss* Walbaum түріне жатқызған. Жалпы құбылмалы бахтақ деп аталуы жыныстық жетілген дараларында ұзына бойы басым түрде қызыл немесе қызғылт реңді айқын құбылмалы жолақтың өтуімен байланыстырады.

Әр жылдары америкалық ихтиологтар микижаның жекеленген формаларын жеке биологиялық түр ретінде сипаттап келді. Алайда, Нидхем және Гард көптеген морфометриялық талдаулардың нәтижесіне сүйеніп, зерттелген түрлердің арасында меристикалық белгілері бойынша айқын айырмашылықтар жоқтығын байқап, оларды микижаның *Salmo gairdneri* түрлі формалары деп санауды ұсынған [18]. Осындай қорытындыға Е.А. Боровикте құбылмалы бахтақтың минскідегі популяцияларын зерттеу арқылы келген [19]. Сонымен бірге, көптеген еуропалық зерттеушілер Еуропаға әкелінген бахтақтардың әртүрлі формалардың шағылысуынан пайда болған шығу тегі гибриді болатындығын атап көрсеткен. Сондықтан да, салыстырмалы түрде микижаның немесе құбылмалы бахтақтың түрінің атауының ортақ жалпы қабылданған атауы жоқ.

Микижалар *Salmo* туысына, *Salmonidae* тұқымдасына және албырттәрізділер *Salmoniformes* отрядына жатады. Жалпы *Salmo* туысына өткінші немесе тұщысу албырттары кіреді, бұлар 7-10 түрді біріктіреді. Олардың тұщысу өкілдерін бахтақ деп атайды. Бұл туысқа кіретін өкілдерінің

барлығы экологиясы, гаметаларының құрылысы, ұрықтық дамуы бойынша ұқсас және құбылмалы бахтақтармен бірге көбінесе эмбриологиялық зерттеулердің объектісі ретінде пайдаланылып келген [7, 153 б.].

1970 жылдардың басында В.Д. Владыков және С.Г. Гручи тынықмұхиттық бахтақтардың (*Parasalmo*) туыс тармағынан туысқа дейін таксондық рангі жоғарлайтындығын негіздеген [20]. Мұнда *Parasalmo* туысының негізгі белгілері келесідей: құйрық жүзбе қанатында майда қара дақтардың болуы; жақаралық сүйектерде ойықтың болмауы; өре сүйегінің бүйірі дөңес; тіласты доғасы артқы жағына қарай жіңішкермейді; парасфеноид сүйегінің ұзын орбитальды бөлімі болады. Дорофеева Е.А. [21] мәліметінше Тынық мұхиты бассейнінде бірге тіршілік ететін тынықмұхиты албырттарына (*Oncorhynchus*) қарағанда, тынықмұхиттық бахтақтар (*Parasalmo*) полициклді және өмірінде бірнеше рет уылдырық шашады.

Албырттар тұқымдасы *Salmonidae* жүйесінде *Parasalmo* туысының жекелей бөлініп шығуынан кейін өзгерістер енгізілді және сәйкесінше жоғарыда тізімделген барлық түрлер *Salmo* туысынан шығып, *Parasalmo* туысына кіргізілді [22].

Кейіннен *Salmo mykiss*, *Salmo gairdneri*, *Salmo irideus* және басқа да бір-бірімен тығыз байланысты формалардың барлығы біртұтас биологиялық түр екендігі дәлелденді. Халықаралық зоологиялық номенклатура кодексінде бекітілген басымдық ережесіне сәйкес [2004], оған *Parasalmo mykiss* (Walbaum, 1792) деген жалғыз түр атауы берілді.

Сонымен қатар, Р.Ж. Бенке [23] өзінің еңбегінде осы түрдің ішінде 6 түршені бөліп қарастырған: олардың ішінде кең таралған солтүстік америкалық *Parasalmo mykiss irideus* тұрақты (құбылмалы бахтақ) және өткінші (болатбасты албырты) формалары кірсе, азиялық *Parasalmo mykiss mykiss* тұрақты (микижа) және өткінші (камчаткалық семга) формаларын қамтыды.

1980 жылдары америкалық мамандар митохондрияльды ДНҚ талдау нәтижелері [24] және бірқатар остеологиялық белгілер [25] негізінде микижа *Oncorhynchus* туысындағы тынықмұхиты албыртының филогенетикалық жақындығын көрсетті.

Parasalmo және *Oncorhynchus* туыстарының жақындық туыстық деңгейі орыс ғалымдарының [26, 27] бірігіп жүргізген зерттеулерімен де расталды. Б.М. Медников және басқаларының [26, 16 б.] генетикалық талдау мәліметтеріне негізделген көзқарасы бойынша *Parasalmo* и *Oncorhynchus* туыстарының ортақ арғы тегі бар, олар *Salmo trutta* и *Salmo salar* түрлерінен бөлінгеннен кейін *Salmo* туысынан пайда болған. Алайда, Глубоковский М.К. [28] өзінің еңбегінде *Parasalmo* және *Oncorhynchus* туыстарының бірігуін қолдамай, тынықмұхиты албырттары мен бахтақтарда жеке *Parasalmo* туысына жату керек деген тұжырымды ұстанған. Ал, С.Г. Соколов [29] *Parasalmo* және *Oncorhynchus* туыстарына тән паразит түрлердің барын анықтап, олардың филогенетикалық жақындығын болжауға мүмкіндік берген.

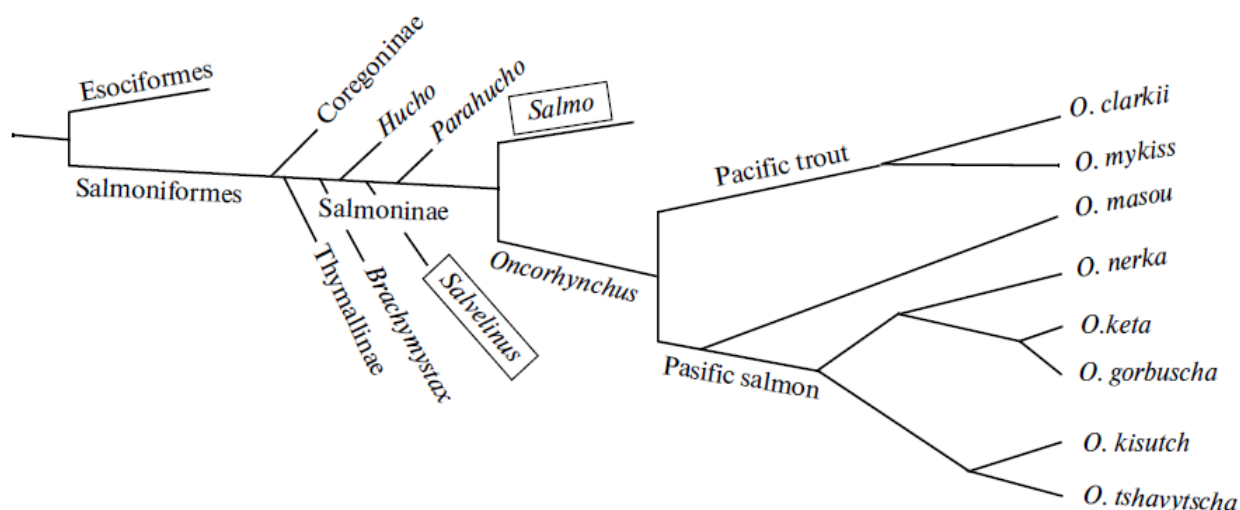
Богуцкая Н.Г. және Насека А.М. (2004) [30] *Parasalmo* және *Salmo* туыстарының жақындығы, тынықмұхиты албырттарының жеке туыстарға

бөлінуі және оның *Oncorhynchus* туысымен байланысы әртүрлі әдістерді пайдаланатын көптеген ғылыми зерттеулердің тақырыбы болатындығын келтірген.

Жалпы албырт балықтарына туыстық дәрежеден жоғары таксондары үшін филогенетикалық сызбанұсқалардың бірқатары ұсынылған. 2015 жылы Животовский Л.А. шыққан мақаласына сәйкес, *Oncorhynchus* туысындағы балықтардың генетикалық тарихын келесідей сипаттаған. Генетикалық мәліметтерге сәйкес тынықмұхиты албырттары (*Pacific salmon*) мен бахтақтары (*Pacific trout*) *Oncorhynchus* туысына бірігіп, монофилетикалық класты құрайды [31].

Oncorhynchus туысының топологиясы молекулалық классификацияға толық сәйкес келеді. Олардың систематикасы бойынша алғашқы ревизия 1963 жылы В.Д. Владыковпен жасалғаны жоғарыда келтірілді. Ол бахтақ балығын *Parasalmo Vladykov* түрі ретінде белгілеп, оны тынықмұхиты албыртының туыс тармағы ретінде бөліп қарастырды. Кейін Глубоковский мен Глубоковская тынықмұхиты бахтақтарына жеке туыстықты қалдыруды ұсынған. Осыған сәйкес микижа жеке түр ретінде *Parasalmo mykiss* болып белгіленеді. Маңызды қадам болып, олардың тынықмұхиты албырттарымен бір филумға біріктірілуі болды [31, 590 б.].

Parasalmo және *Oncorhynchus* жекеленген түрлері бойынша толық емес монофилиясын ескере отырып, Смит пен Стерли оларды біріктіріп, жалпы атауын сақтай отырып, *Oncorhynchus* туысына қалдыруды ұсынды және бахтақты тиісінше *Oncorhynchus mykiss* деп белгіледі [32]. Ядролық және митохондриялық геномға қатысты кеңірек деректерді қамтитын әрі қарайғы зерттеулер олардың бір туысқа байланысын растады (сурет 1).



Сурет 3. Албырт балықтарының филогенетикалық «супертармағы» (Вильсон М.В, Уиллиамс М.Г. авторларымен құрастырылған) [31, 590 б.]

Зерттеу кезінде тынық мұхиты албырты мен бахтағының этологиялық және демографиялық белгілері генетикалық және морфологиялық белгілеріне

карағанда өзге филогенетикалық бұтақты көрсеткен. Тынық мұхиты албырты, тынық мұхиты бахтағынан мінез құлығы мен физиологиялық ерекшеліктері бойынша айтарлықтай ерекшеленеді, ұзаққа теңізге миграция жасамайды және моноциклді емес – өрістеуден кейін қайталап уылдырық шашады, алайда генетикалық критерийлерін бойынша оларды бір туысқа біріктіреді [33].

Әртүрлі ихтиолог мамандардың арасында микижаның систематикалық жағдайы бойынша туыстық тиесілігіне қатысты жүйелі келіспеушіліктерді ескере отырып, соңғы уақытта ғылыми басылымдарда оның түрінің атауы *Parasalmo* (= *Oncorhynchus*) *mykiss* (Walbaum, 1792) ретінде белгіленеді.

Сонымен, жоғарыда келтірілген мәліметтерді жинақтайтын болсақ тынықмұхиты бахтақтарының негізгі түрлері – екеу: микижа *Oncorhynchus* (*Parasalmo*) *mykiss* Walbaum, 1792 және Кларк албырты *Oncorhynchus clarkii* Richardson, 1836. Бұлар Солтүстік Американың тынықмұхиты жағалауларындағы суқоймаларда мекендейді. Олардың ішіндегі Азиядағы жалғыз өкілі – камчаткалық микижа. Оның екі формасы бар – өтпелі (Камчаткадағы камчаткалық семга, ал Америкада болатбасты албырт) және тұщысулы (құбылмалы бахтақ). Бұлардың барлығы тек бір түр [34]. Бахтақтың азиялық және американдық популяциялары бір-бірінен айтарлықтай ерекшеленеді.

Құбылмалы бахтақ жер шарында өте кең таралған түр. Оның табиғи ареалы амфицификалық сипатқа ие.

Бұл балық Солтүстік Америкада өзендерде, көлдерде және АҚШ (Аляска, Вашингтон, Орегон, Айдахо, Калифорния штаттары) Тынық мұхиты жағалауларында, сонымен қатар Канада территориясындағы Колумбияның британиялық провинцияларында мекендейді. кейбір өткінші даралары Тынық мұхитынан тіпті мексикалық жағалауға дейін кездесуі мүмкін [35].

Азия суларында негізінен Камчатка теңізінің жағалаулары мен оның өзендерінде кездеседі. Жекеленген даралары Охотск теңізі жағалауының құрлықтық өзендеріне және Амур өзенінің лимандарына кіреді. Сондай-ақ, Үлкен Шантар аралдарында бұл балықтың тұрақты формасының реликті популяциялары мекендейді [36].

Микижа экологиялық валенттіліктің кең диапазонына ие, бұл оның ауқымды таралуының негізгі себебі болып табылды [37]. Сондай-ақ, ол албырттардың ішіндегі үлкен ендікте таралған біршама эвритермді өкілі.

Микижа биологиялық түр ретінде әртүрлі тіршілік стратегиялы формалары – өткінші, эструарлы, өзендік және бірнеше аралық варианттары бар. Бұл формалардың таралуы және олардың сандық қатынасы түр ареалының әртүрлі бөліктерінде түрліше, сондай-ақ сол және өзге суқоймаларда әр жылдары өзгеруі мүмкін. Өрістеу орындарының ауданы мен орны, қыстайтын шұңқырларда су ағысының болуы, өзендердің қоректік базасы және жас және ересек балықтарға қажетті көлемде жайылымдардың болуы бахтақ формаларының өткінші және тұрақты мекендеу стратегияларымен байланысын анықтайтын негізгі факторлары болған [38].

Тіршілік стратегиясы өткінші микижалар қарапайым, шағын өзендер жүйелерінде басым болады, себебі бұл жерлерде ересек даралары толық тіршілік стратегиясын жүзеге асыра алмайды, ал қоректік база тек шабақтары мен ергежейлі аталықтарының қоректенуін қамтамасыз етеді. Тұрақты стратегия тұщы суда балықтардың жыныстық жетілуін қамтамасыз ету үшін жеткілікті қоректік ресурстары бар күрделі, үлкенірек өзен жүйелеріне тән [39, 40].

Азиялық бөлігі ареалындағы микижаның өткінші формасы өрістеу үшін, әсіресе тамыз аяғының соңынан бастап, қараша айына дейін кіреді. Алғашқылардың өрістеуі 4-5 жаста басталады. Өндірушілердің орташа дене ұзындығы 60-80 см, ал салмағы 2,4-7,7 кг құрайды. Өзен шұңқырларындағы қыстаудан кейін ерте көктемде өрістеу орындарына қарай барады. Көбеюі мамыр айының соңынан маусым айының ортасына дейін су температурасы 1-5⁰С аралығында жүреді. Уылдырықтарын, әдетте өзен иірімінен қайраңға ауысқанда 0,5-2,5 м тереңдікте «ұяға» салады. Тұқымдылығы 3300-12800 уылдырықты құрайды. Инкубациялық кезеңі 3-5 аптаға созылады. Уылдырықтан шыққан соң 2-3 жыл өзенде өмір сүреді. Қоректену спектрі насекомдардың дернәсілдерін, суға түскен ұшатын насекомдарын және балық шабақтарын қамтиды. Шабақтары (смолт) жаздың басында теңізге ығады. Кейбіреуі қоң жинағаннан кейін теңізден қыстау үшін өзенге қайтады [41].

Азиялық бөлігі ареалындағы микижаның тұщысулы формасы тұрақты түрде өзендерде және кейбір көлдерде, әсіресе Камчаткада мекендейді. Ұзындығы 60 см, ал салмағы 3 кг дейін жетеді. Жыныстық жетілген дараларының орташа ұзындығы 20-40 см, салмағы 150-1900 г аралығында ауытқиды. Популяциядағы балықтардың көпшілігі 5 жасында жыныстық жетіледі. Уылдырық шашуы өзендерде, әдетте мамырдан бастап, маусымға дейін өзеннің қатты ағысты иірімдерінде, құм және қиыршық топырақты, алдын-ала салынған «ұяларда» жүреді. Тұқымдылығы 610-2600 уылдырық. Дернәсілдері мен шабақтары зообентоспен және ұшатын насекомдармен қоректенеді. Ұзындығы 7-8 см жеткенде олардың қорегінде балықтар пайда болады. Ересектері – жыртқыштыққа бейім жануарқоректі балықтар [42].

1.2 Микижаны жерсіндіру және аквакультура жағдайында өсіру тарихы, жабайы үйірлерінің қазіргі жағдайы

Микижа немесе құбылмалы бахтақ – Америка құрама штаттарында аквакультураның ежелгі және дәстүрлі объектісі болып табылады. Оны өсіріп-көбейту 1870 жылдары Калифорниядағы Макклоуд өзенінен ұрықтанған уылдырықтарын алып, Американың Каледония штатының шығыс жағалауына тасымалдануынан басталды [43]. 1980 жылдары аталған мемлекетте микижаның 80 астам түрлі тұқымдары қалыптасты, олардың ішінде 66 өкілі доместикацияланды [44].

Еуропаға құбылмалы бахтақ алғаш рет 1879 жылы келді. Оның ұрықтанған уылдырықтары Францияға өнеркәсіптік көрмеге әкелінді. XIX ғасырдың соңында АҚШ территориясынан құбылмалы бахтақтың уылдырықтары қарқынды түрде әлемнің түрлі елдерінде тасымалданды [45].

Нәтижесінде микижаның эндемиктік ареалы Солтүстік Американың шығыс бөлігін және Африка, Азия, Австралия, Еуропа және Оңтүстік Америка континенттерін қамтитын интродукция нәтижесінде (Антарктидадан басқа) біршама кеңейіп, аквакультураның толық циклді балық өсіруде әлемнің 86 елінде ең танымал объектілерінің біріне айналды. Бұл түрдің қазіргі таралу аймағы теңіз деңгейінен 4500 м-ден астам биіктікте суды пайдалану есебінен төмен ендіктерге дейін ауытқиды [46].

Микижаны Ресейге 1890 жылы Германиядан алып келді. 1936-1940 жылдары КСРО құрамындағы, яғни Ленинград, Курс облыстарында, Эстония және Украинаның тоған шаруашылықтарында микижаны өсіре бастайды. Алайда, Ұлы Отан соғысы жылдарында бұл балықтың өкілін сақтап қалу мүмкін болмады. 1948 жылы сол мемлекеттен отырғызу материалы ретінде микижаның ұрықтанған уылдырықтарын, дернәсілдерін, шабақтарын, әртүрлі жастағы өкілдерін, соның ішінде өндірушілерін де қайтадан әкеледі. Бастапқыда жерсіндіру ойлағандай оң нәтиже бермейді. Оның басты себебі жерсіндіруде суқойманы дұрыс таңдамаудан деп есептейді [47]. Кейін Ресейде көптеген зерттеушілер микижаны жерсіндірудің қажетті нысаны ретінде көрсетіп, оны Балтық сулары үшін жерсіндірудің негізгі қорына енгізеді [48].

1960 жылы Б.Е. Ильин өзінің жарияланған мақаласында сол кезде болатбасты бахтақ деп аталатын микижаны Каспий және Арал теңіздеріне, Балқаш және Ыстықкөл көлдеріне, сонымен қатар Мингечаур сияқты бөгендерге енгізуді ұсынады [49]. Осы бастаманы негізге ала отырып, АҚШ-тан 100 мың дана жарып шығуға жақын даму сатысындағы уылдырықтары әкелінеді. Уылдырықтарды инкубациялау және жас шабақтарын өсіру Чернореченск бахтақ өсіру зауытында жүргізіледі. Сол кездері алынған уылдырықтардан жарып шыққан үш айлық жаздық шабақтардың өнімділігі 61% құрайды. Осыдан кейін құбылмалы бахтақты Қазақстанның Іле Алатауы табиғи суқоймаларына жерсіндіру туралы ғылыми жобалардың теориялық және практикалық жұмыстары талқылана бастайды [50].

Қазақстанға құбылмалы бахтақтың ұрықтанған уылдырықтары 1964 жылы сәуір айында, кейін 1965 және 1966 жылдары сол кездегі Чехословакиядан 200 мың партиядан әкелінді. Уылдырықтарды инкубациялау жұмыстары бастапқыда Шелек өзенінің жоғарғы жағындағы Бартоғой шатқалындағы бұлақтарда ҚазҰУ қызметкерлерімен жүргізілді. Кейін уылдырықтар басқа да шаруашылықтардан әкелініп, бірақ Түрген бахтақ шаруашылықтарында жүргізіледі [51].

Микижа еліміздің оңтүстік-шығысындағы табиғи суқоймаларға жерсіндіру процесі 1965 жылдан басталды. Бұл жобаның нысаны ретінде Шелек өзені бассейнінің жоғары жағындағы суқоймалар – Ортаңғы (2300 мБЖ) мен Төменгі Көлсай (1800 мБЖ) және Қайыңды (1600 мБЖ) көлдері таңдалды. Бұл көлдердің ішінде тек Төменгі Көлсай микижаны жерсіндіргенге дейін аборигенді балықтың өкілдері – қабыршақсыз көкбас және тибет талма балығы болды. 1965-1970 жылдар аралығында бұл аталған көлдерге құбылмалы бахтақтың шабақтарының 3 партиясы жіберіледі (кесте 1).

Кесте 1 – Көлсай және Қайыңды көлдеріне микижаны жерсіндіру жылдары

№	Айы, жылы	Көл	Жіберілген саны
1	Тамыз, 1965	Төменгі Көлсай және өзенге	3000 + 2000
2	Маусым, 1969	Ортаңғы Көлсай және Төменгі Көлсай	5000
3	Шілде, 1970	Қайыңды	5000

Бұл аталған суқоймаларда микижалар біршама үйреніп, Ортаңғы және Төменгі Көлсай көлдерінде, сонымен қатар Көлсай өзенінде жақсы жерсінеді. Қайыңды көлінде жіберілген бахтақтарға көбеюге қолайлы орын болмай, тек көлдің төменгі жағындағы өзенде ғана қалып қояды [12, 56 б.].

Шелек өзені және оның тармақтарында микижаның саны жоғары. Алғашқыда Бартоғай тәжірибелік шаруашылығы тоғандарынан шығып, тек Шелек өзенінің ортаңғы ағысында ғана кездесті. 1966 жылы маусым айының ортасында Шелек өзені тасуының салдарынан шаруашылықтағы тоғандардан микижаның 125 мыңға жуық шабақтары, 50 мың біржылдық және 2 мың екі жылдық даралары шығарылады. Тасқын басылғаннан кейін қайтадан тоғанға жіберіледі. Сол жылы тамыз айында өзен арнасы қайтадан тасып, тоғандарды қиратады. Күз айларында бұл жерден 2 мыңға жуық екі және үш жастағы микижалар ауланып, кейін Түрген бахтақ шаруашылығын құруда аналық табынның негізін қалыптастырды [12, 57 б.].

1971 жылы Түрген бахтақ шаруашылығынан Марқакөлге 10 мың данасы тасымалданады, алайда жерсіндіру сәтсіз аяқталады [52].

Шелек өзені бассейнінің жоғарғы жағындағы суқоймаларда микижаларды жан-жақты зерттеу (Төменгі Көлсай көлі) жұмыстары 1966 жылдан бастап бүгінгі күнге дейін отандық ихтиолог [53-58] және басқа да ғалымдармен [59-60] жүргізіліп келеді.

1978 жылы ауданы 45 га болатын Төменгі Көлсай көлінде микижаның жалпы қоры 4 тоннаны құраған. Қазіргі уақытта бұл көлде бұл балықтың саны артқан және мерзімді балық аулауды қажет етеді [62]. Жерсіндіру жұмыстары үлкен жоба, айта кету керек Көлсай көлдеріндегі микижаның көлдік тұрақты популяциясы КСРО бойынша жерсіндіру нәтижесінде осы жерде ғана қалыптасқан және бірегей болып табылады. Сондықтан да, бұл популяцияларды үлгі ретінде, яғни реконструкциясыз сақтауды талап етеді [12, 117 б.].

Келесі акклиматизация объектісі ретінде Батыс Камчатка жағалауы тундралы-таулы өзендерін мекендейтін микижаның өткінші және тұрақты формаларын әкелу көзделді. Ол кездері бұл балықтың түрі жеке таксономикалық түр ретінде қарастырылатын. Қазақстанға 1975-1978 жылдар аралығында Камчатка және Большой өзендері бассейнінен микижаның тұрақты және өткінші формаларының ұрықтанған уылдырықтары әкелініп, олар Түрген бахтақ шаруашылығында инкубациялық кезеңінен бастап, шабаққа дейін

өсіріледі. Содан кейін Қазақстанның оңтүстік-шығысындағы таулы және тау бөктеріндегі су айдындарына аздаған партиямен, шамамен 2000-3000 данамен жіберіледі [11, 119 б.].

Камчатка өзенінен әкелінген микижаның (тұрақты) алғашқы партиясының жаздық шабақтары 1975 жылы қараша айында Үлкен Қақпақ өзеніне жіберіледі. Кейін жіберген жерінен өзен ағысымен төмен қарай таралады, 1977 жылы жеке дараларының салмағы 160 г-ға жетеді. Екінші партия микижаның батыс-камчаткалық өткінші формасы 1976 жылы Алакөл бассейніндегі Еміл және Тентек өзендеріне жіберіледі. Алайда, бұл жерсіндіру жұмыстарында ешқандай нәтиже болмады. Жаздық шабақтарды жерсіндірудің үшінші партиясы Шелек өзенінің жоғары ағысындағы Өрікті көліне және Текес өзенінің жоғары ағысындағы Бозымбай көліне жіберіледі. Ғылыми бақылаулар бойынша бірнеше жылдар көлемінде микижалар бұл көлдерде жақсы өсіп, көбейгендігін көрсеткен [63].

Одан кейінгі жылдары акклиматизанттарды зерттеу жұмыстарының тоқтауы, олардың жаңа табиғи ортада көбеюі қарастырылмай қалады. 1988 жылы Өрікті көлінде сел жүру салдарынан, тірі қалған микижаның популяциялары Шелек өзеніне және Бартоғай бөгеніне түсуі мүмкін, алайда нақты деректер жоқ.

1990 жылдары тамыз айында жүргізілген зерттеулерге сәйкес микижа Бозымбай көлінде анықталмайды, бірақ Үлкен Қақпақ өзенінде олар жерсініп, санының артуы байқалған. Қармақпен аулауда әртүрлі ұзындық-жастық қатардағы және жыныстағы, салмағы 100-700 г аралығындағы, көбінесе 200-350 г даралары ұсталған [11, 120 б.].

Әртүрлі бассейндерден микижалардың өткінші және тұрақты формаларымен жерсіндіру жұмыстары жергілікті аналық табындарын құру және жаңа балық өсіру объектісін енгізу үшін жүргізілді. Сондай-ақ, селекциялық мақсатта инбридингті азайту үшін гибридтерді алу және пайдалану да қарастырылған.

1.3 Тұрақты аквакультура үшін фенетикалық әртүрлілік пен биологиялық өзгергіштікті зерттеудің маңыздылығы

Балық фенетикасын зерттеу олардың фенотиптік өзгергіштігінің әртүрлі аспектілерін қамтитын ұзақ мерзімді тарихты қамтиды. XIX ғасырдың басында балықтардың сыртқы белгілерін сипаттауға және түрлерді жіктеуге баса назар аударылды. Ал XX ғасырда генетиканың дамуымен ғылыми назар фенотиптік айырмашылықтардың негізінде жатқан генетикалық механизмдерді түсінуге ауысты [64].

Қазіргі заманғы генетика тұрғысынан фенотип - белгілі бір орта жағдайында тұқым қуалайтын бейімдеушіліктердің жүзеге асуының нәтижесі болып табылады. Белгілердің өзгеру шегі (реакция нормасы) генетикалық түрде анықталады, сондықтан генотиптері бірдей даралар даму жағдайларына байланысты фенотиптік түрде ерекшеленуі мүмкін. Эволюциялық тұрғыдан

алғанда, организмдердің тіршілік ету ортасына сәйкестігі іріктелу процесі арқылы жүзеге асады [65].

Балықтардағы фенотиптік өзгерістердің негізінде жатқан генетикалық механизмдерге гендердің тұқым қуалауымен және олардың ерекше белгілер мен сипаттамалардың қалыптасуына әсерімен байланысты әртүрлі процестер жатады. Генетикалық механизмдер келесідей негізгі аспектілері қамтиды [66, 67].

1. Мутациялар ДНК-ның генетикалық тізбегіндегі өзгерістер болып табылады және балықтардағы фенотиптік вариацияның негізгі көзі бола алады. Мысалы, мутациялар белоктардың құрылымының өзгеруіне әкеледі, бұл өз кезегінде балықтың дене пішініне, түсіне немесе басқа сыртқы сипаттамаларына әсер етеді;

2. Генетикалық өзгергіштік балық популяциясының даралары арасындағы генетикалық кодтардағы айырмашылықтар да тіпті қоршаған ортаның бірдей жағдайында да әртүрлі фенотиптік көріністерге әкелуі мүмкін;

3. Тұқым қуалаушылық балықтардың фенотиптік сипаттамаларына әсер ететін гендерді тасымалдай алады. Мысалы, белгілі бір қасиет доминантты геннің нәтижесі болса, онда ол келесі ұрпаққа жиі берілуі мүмкін;

4. Табиғи сұрыпталу қоршаған ортаның өзгеруіне жауап ретінде балықтардағы фенотиптік өзгерістерді қалыптастыруда шешуші рөл атқарады. Неғұрлым тиімді генетикалық бейімделулері бар организмдердің өмір сүру және гендерін ұрпаққа беру мүмкіндігі жоғары болады;

5. Генетикалық реттегіштер сияқты әртүрлі генетикалық механизмдер белгілі бір жағдайларда қандай гендердің белсендірілуіне немесе басылуына әсер етуі мүмкін. Бұл балықтардың дамуы мен фенотипінің өзгеруіне әкеледі.

Осы генетикалық механизмдерді зерттеу балықтардағы фенотиптік вариацияның қалай пайда болатынын және оның уақыт өте келе эволюциясына қандай факторлар ықпал ететінін жақсы түсінуге мүмкіндік береді. Бұл білім балықтардың өзгертін экологиялық жағдайларға бейімделуін түсіну және балық ресурстарын тұрақты басқару үшін өте маңызды [68, 69].

Балықтардың фенетикасы – олардың әртүрлі түрлері мен популяциялары арасындағы фенотиптік өзгергіштігін, яғни дененің пішіні, түсі, өлшемі, мінез-құлқы және басқа да сыртқы көріністері сияқты организмнің байқалатын белгілерін қарастырады [70]. Балықтардың фенетикасын зерттеу аквакультура және селекция саласында белсенді түрде қолданылып, әдістерді жетілдіруде маңызды болып отыр. Соның бірі фенотиптік өзгергіштікті зерттеу икемді және өнімді балық түрлерін құру үшін селекция бағдарламаларын жасауға көмектеседі [71]. Белгілі бір орта жағдайларына бейімделген балықтар стрессті, ауруларды және басқа факторларды жақсы басқара алады, бұл олардың өмір сүру деңгейі мен денсаулығына оң әсер етеді [72]. Генетикалық әртүрлілікті бақылай отырып, аквакультура кәсіпорындары ауруға осалдықтың жоғарылауы немесе бейімделу қабілетінің төмендеуі сияқты ықтимал кәсіптік балықтар популяциялары проблемаларының алдын алу үшін маңызды. Сонымен қатар, аквакультура бағдарламалары балық түрлерінің генетикалық алуантүрлілігін

сақтауға ықпал етеді. Бұл әсіресе, климаттың өзгеруі, ластану және қоршаған ортаның деградациясы секілді қауіптерден, жабайы балық популяцияларын сақтауда қажетті болып табылады [73, 74]. Осылайша, аквакультурадағы фенетикалық әртүрлілікті зерттеу маңызды саланың дамуына үлес қоса отырып, тұрақты, тиімді және экологиялық жауапты тәжірибелерді құруда маңызды рөл атқарады.

Аквакультурада биологиялық өзгергіштікті зерттеу су биологиялық ресурстарын өсірудің тұрақты және тиімді әдістерін әзірлеу жағдайында жоғары маңызға ие. Биологиялық өзгергіштікті зерттеу иммунитеті жоғары және тіршілік етудің біршама оңтайлы стратегиялары бар популяцияларды анықтауға мүмкіндік береді, бұл аквакультураның ауруға аз шалдығатын кезеңдерін құруға ықпал етеді [75]. Аквакультурадағы балық өсіруде биологиялық өзгергіштікті ескеру қорек және нитраттар мен фосфаттардың қалдықтары сияқты қоршаған ортаға теріс әсерді азайтуға көмектеседі [76].

Аквакультурадағы фенетикалық алуантүрлілік және биологиялық өзгергіштікті зерттеу балық ресурстарын көбейтудің инновациялық және тұрақты әдістерін дайындауға негіз болады, сондай-ақ аквакультураны тиімді әрі жауапты басқаруға ықпал етеді.

1.4 Микижаның балық өсіру объектісі ретінде технологиялық және биологиялық ерекшеліктері

Микижа акклиматизацияның, көбейтудің және кәсіптік тауарлы балық өсірудің кең таралған объектілерінің бірі болып табылады. Оның аквакультурада тез бейімделу қабілеті, жоғары қоректену белсенділігі және өсу қарқыны, сондай-ақ етінің дәмдік қасиеттері балық өсіру объектісі ретінде ұзақ уақыт бойы танымалдылыққа алып келді [77-81].

Микижа – бұл салқын және таза суда өсетін балық объектісі. Ол су температурасы 0°C-тан 25-28 °C-қа дейінгі аралық диапазонда, сілтілі әрі жоғары минерализациялы және тұзды суда тіршілік ете алады. Оның мұндай абиотикалық факторларға икемді болуы оның Патогония мен Норвегияның солтүстігінен бастап, экваторға дейінгі әлемнің барлық елдерінде таралуына ықпал етті [82].

Әлемнің бірқатар елдері бахтак шаруашылығын дамытудың жоғары деңгейіне жетті. Айтар болсақ, Норвегияда ол семгамен бірге аквакультураның негізгі нысанына айналса, ал Данияның барлық балық шаруашылық маңызы бар суқоймалары тек бахтак өсіру үшін пайдаланылды. Қазіргі таңда Еуропа елдерінде (Франция, Германия және т.б.) бахтак шаруашылығының жыл сайынғы өндірісі 15-20 т құрайды [83]. Италия және Жапон елдерінде микижа өндірісі әрбір 5-6 жылда екі еселеніп өсуде [84]. АҚШ спорттық балық аулау мақсатында бахтак шабақтарын өсіру үлкен орынды алады. Чили, Норвегия және Шотландия коммерциялық тұрғыда басым түрде – атлант албырттарын өсірілсе, ал Еуропа және Түркия мемлекеттерінде коммерциялық және әуесқойлық жерсіндіру мақсатында көбінесе әртүрлі бахтактар өсіріледі [85].

1982-2007 жылдар аралығында, яғни 25 жыл ішінде албырттектестер аквакультурасы он еседен астам өседі. Оларды өсірудің жетекші өндірушілеріне Норвегия - 33%, Чили - 31% және басқа еуропалық өндірушілерге 19% тиесілі болды [83, 199 б].

2019 жылы әлемдік бахтақ өндірісі 940 000 тоннаны құрады. Негізгі өсірілетін түрі микижа, жалпы өсірілетін балықтың 97% үлесін алды. 2019 жылы бахтақ өндірісі 2015 жылмен салыстырғанда көлем бойынша 21%-ға өсті [86]. Ресейде жыл сайын бахтақтарды өсіру мөлшері 5 мың т жеткен және алдағы уақытта тауарлы бахтақтарды 10 мың т жеткізу көзделген [87, 88].

Азия елдерінде тұщы судағы аквакультура өндірісінің соңғы өсімі қалалық жерлерде балыққа сұраныстың жоғарылауымен және ішкі және ауылдық жерлерде балық шаруашылығының төмендеуімен байланысты болды. Жаһандану процесі әсіресе дамушы елдерде өте жылдам жүріп, тұрмыс табыстары мен нарықтар кеңейді. ФАО деректері бойынша 2020 жылы дүниежүзілік балық өндірісі 178 млн. тоннаны құрады. Алайда, аквакультура өнімі біркелкі емес, себебі Қытай балық аулау және балық өсіру бойынша алдыңғы орынды иеленді [89].

Жаһандық трендке қарамастан, Қазақстандағы акваөсіру ұлттық белок өндірісіне аз ғана үлес қосатын нашар дамыған саланың бірі болды [90]. Еліміздің Дүниежүзілік денсаулық сақтау ұйымының балық өнімін тұтынуда ұсынған нормативінен әлдеқайда төмен болуы, аквакультура бағыттарын дамытуға себепші болды. Қазіргі уақытта бұл саланың дамуы қарқынды түрде жалғасуда. 2015-2019 жылдар аралығында Қазақстанда бахтақ өсіру көлемі 171,8 тоннадан 760 тоннаға дейін жетті [91].

Барлық бахтақ балықтары аквакультурада ерекше тартымдылыққа ие және олардың уылдырықтары мен әртүрлі дене мөлшеріндегі (250 г жоғары) даралары жоғары бағаланады. Дене мөлшері артқан сайын, соғұрлым құнды. Бұл өсірудегі негізгі критерий болып табылады. Қазір бұл балықтар әлем нарығында тұрақты сұранысқа ие және сұраныстың мөлшері үнемі жоғарылап келеді [92].

Микижаны өсіруде бірқатар критерийлер мен технологиялық ерекшеліктер ескеріледі. Бұл балықты өсіруде маңызды критерий – географиялық фактор болып табылады. Балықтар – салқынқанды жануарлар, олардың денедегі зат алмасу процесі қоршаған ортадағы судың температурасына және басқа да көрсеткіштеріне тәуелді. Микижа тоғандарда және суқоймалар мен индустриальды шаруашылықтарда сәтті өсірілуде. Еліміздің түрлі балық өсіру зоналарында және әртүрлі шаруашылық жағдайында бахтақтарды өсіру жұмыстары бірқатар отандық зерттеушілердің еңбектерінде жарияланған [93-102].

Бахтақтарды өсіру бұл көбінесе температураны бақылау, қоректендіру және судың тазалығын бақылау сияқты әдістерді қолданатын тауарлық аквакультура өндірісінің объектісі болып табылады. Бахтақтардың өсу температурасы кең диапазонды қамтығанымен, олардың уылдырықтарының дамуы үшін температура 6-12°C, дернәсілдер мен шабақтарды ұстау үшін - 14-

16°C, ересектері үшін - 14-18°C қажет. Су температурасы 20-22°C жоғары болғанда бахтақ рационы төмендеп, тіпті қоректенуін тоқтатады [103, 104].

Микижа – оксифилді балық, яғни ол еріген оттегімен жақсы қаныққан суды қажет етеді. Таза, мөлдір суды жақсы көреді. Бұл балық үшін судың оттегімен 90-100% қанығуы кезінде, яғни мөлшері 7-8 мг/л болғанда қалыпты тіршілік етеді. Судағы еріген оттегінің 3,5-6 мг/л концентрациясы микижаны тежейді, ал 1,5 мг/л болғанда өледі [105, 106]. Судың активті ортасы (рН) бейтарапқа жақын болып, 6,5-8,5 аралығынан аспау керек [107, 108]. Ересек микижалар тұздылығы 32‰, кәсіптік салмағы 250-500 г даралар 20-30‰, біржылдықтары дернәсілдері 20-25‰, жаздық шабақтар 12-18‰, ал дернәсілдері 5-8‰ промилльдегі тұздылыққа шыдауға қабілетті [109].

Қазіргі уақытта микижа әртүрлі экологиялық жағдайлары, әлеуметтік-экономикалық сипаттамалары әртүрлі елдерде таралған және түрлі мақсаттарда өсіріледі. Қалыпты су температурасы 16-18°C кезінде бахтақ балықтары оптимальды өсу жылдамдығына жетеді. 280-300 тәуліктік өсіру кезеңінде бахтақтардың жеке салмағы 250-300 г-ға жетеді. Микижаның өндірістік циклі келесідей 3 этаптан тұрады [110]:

- 1) Бір ай уылдырықтарды инкубациялау мен шығару;
- 2) Үш ай шабақтарды өсіру;
- 3) 10-12 ай тауарлы салмаққа (300-350 г) дейін өсіру фазасы.

Көрсетілген өсу қарқынын тұйық циклді қондырғыларда қалыпты жер асты суларынан алуға болады. Табиғи су температурасы бар қондырғыларда құбылмалы бахтақты өсіру кезінде өсу қарқыны климаттық жағдайларға және су қойманың сипатына байланысты болады [111].

Микижи етінің өсуі мен сапасын оңтайландыру үшін қажетті қоректік заттарға бай арнайы жем қолданылады. Тиімді жемді әзірлеу балық өсірудің маңызды технологиялық құрамдас бөлігі болып табылады. Қазіргі кезде негізінен жасанды ылғалды және құрғақ түйіршіктелген жем қолданылады. Құрғақ жем ылғалды жеммен салыстырғанда тиімдірек. 1 кг бахтақ салмағының өсуі үшін 1-2 кг түйіршіктелген құрғақ жем немесе 3-6 кг дымқыл жем қажет етеді. Бүгінгі таңда жемдердің алуантүрлері ең жақсы қоректік коэффициентті, жылдам өсімді алуға және қоршаған ортаға аз әсер етуге, сонымен қатар қорек құрамы (энергия, протеин, минералдар мен витаминдер) балықтың қажеттілігін қанағаттандыруға мүмкіндік береді [112, 113].

Микижаларды өсіру технологиясының маңызды бөлігі олардың физиологиялық жағдайын бақылау және аурудың алдын алу болып табылады. Бұған балықты мұқият күту, вакцинациялау, қажет болған жағдайда емдеу және гигиеналық стандарттарды сақтау кіреді [114, 115].

Қазіргі кездегі генетикалық зерттеулер оңтайлы нәтиже алу үшін генетикалық факторлардың ең жақсы комбинацияларын анықтауға мүмкіндік беруде. Шаруашылықтарда аналық табындарды селекциялық-генетикалық сұрыптау микижа өсірудің тиімділігіне айтарлықтай әсер етті. Сұрыптау критерийлеріне жоғары өсу қарқыны, жоғары құнарлылық, ерте жыныстық жетілетін, ірі уылдырық, ауруларға төзімділік, максималды өміршеңдік және

көбеюдің ауқымды кезеңі жатады [116]. Аквакультурада жасанды түрде өсірілген триплоидты бахтақтар өсу қарқыны бойынша әдетте өмірдің екінші жылынан кейін диплоидты формадан асып түседі. Триплоидты формалардың өсу қарқыны диплоидтыға қарағанда 20% жоғары. Сондықтан да, оларды марикультурада өсіру өте қолайлы деп саналады [117].

Микижалар көбінесе халықаралық саудада, яғни экспорт және импорт өнімдеріне айналды. Шаруашылықтардағы бахтақ өнімдерін сату, өңдеу және сақтау технологиялары жыл сайын жетіліп, өнімнің сапасын және ұзақ мерзімді сақтауда шешуші рөл атқарып келеді. Жалпы балық шаруашылығындағы микижа өндірісі – тұрақты және тиімді өсіруде ең жақсы нәтижеге жету үшін биологиялық және технологиялық аспектілерді қамтитын кешенді әдістерді қажет ететін нысан болып табылады.

1.5 Микижаның бөгде балық түр ретінде сипаттамасы

Албырт аквакультурасының қарқынды дамуы қоршаған ортаға және адам денсаулығына әсері туралы көптеген қайшылықтар бар. Әсіресе, олардың жергілікті жабайы популяцияларына және басқа суқоймалардың мекендеушілеріне кері әсері ерекше алаңдаушылық тудыруда.

Микижа *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792) – әлемдегі аквакультураның танымал объектісі. Ол балық шаруашылықтарынан табиғи су айдындарына түсіп, өздігінен көбейетін популяцияларды құра алатыны белгілі болған [118-121]. Микижа жаңа суқоймаға түскеннен кейін жергілікті түрлермен жақсы бәсекелестік орнатады [122], өзінің жыртқыштық қоректенуімен аборигенді балықтардың түрлерінің [123, 124] және амфибиялардың [125] азаюына себепші болады.

Сонымен қатар, енгізілген бахтақтар жергілікті суқоймада албырттардың түрлерімен будандасуға байланысты биологиялық әртүрліліктің төмендеуіне ықпал ететіндігі анықталған [126, 127]. Микижа Дүниежүзілік табиғатты қорғау одағының жаһандық инвазивті түрлер бағдарламасына (The World Conservation Union Global Invasive Species Program) сәйкес оның аборигенді ихтиофаунаға әсер етуіне байланысты әлемдегі ең қауіпті 100 инвазивті, яғни бөгде түрдің бірі ретінде танылған [128]. Бұл балық ихтиофаунада қоректену бәсекелестігі мен жыртқыштық [129], сонымен қатар туыстық өкілдерімен будандасу салдарынан [130, 131] жергілікті түрлер санының азаюын тудырған.

Бөгде балық түрлерін жерсіндіру және олардың оң және теріс нәтижелердің бағалары бойынша жұмыстар әлемдік, сонымен қатар аумақтық деңгейде көп қарастырылған [132].

Жыл сайынғы мониторинг нәтижелері бойынша Қазақстанның әртүрлі ірі балық шаруашылығы бассейндеріне бөтен түрлердің ену проблемаларын анықтайтын және олардың популяциясының, соның ішінде Балқаш бассейніндегі микижалардың қазіргі жағдайына баға беріп, одан әрі таралуының алдын алу бойынша ұсыныстарды реттеу жөнінде отандық зерттеушілердің еңбектерінде келтірілген [133-137].

Акклиматизанттарды зерттеу және олардың жергілікті ихтиофаунаға әсерін бағалау үшін практикалық тұрғыдан маңызды. Сондай-ақ, бұл түрлердің жаңа мекен ету орталарында бейімделу мүмкіндіктерін де түсінуді талап етеді [135].

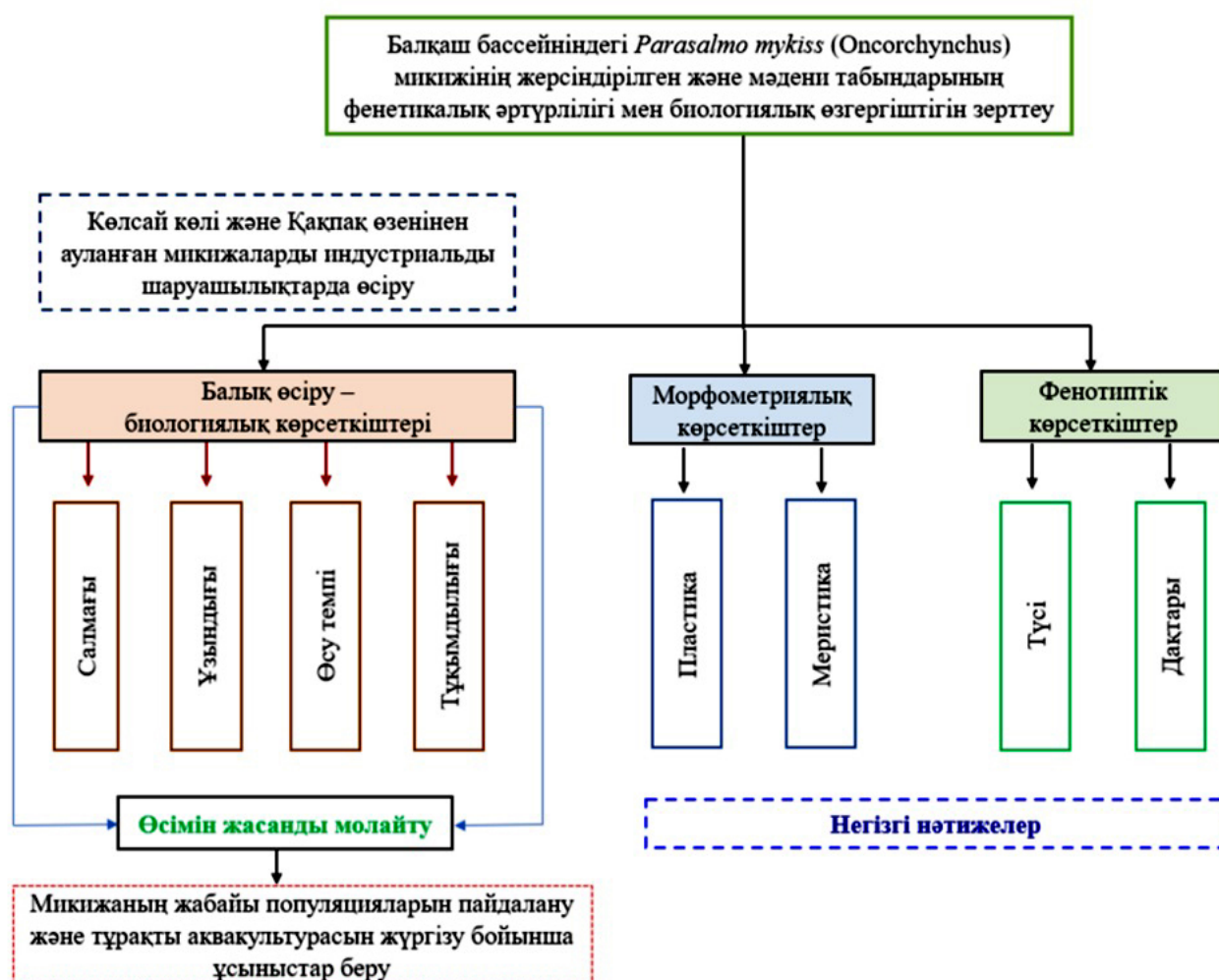
2 ЗЕРТТЕУ МАТЕРИАЛДАРЫ МЕН ӘДІСТЕРІ

2.1 Зерттеу материалдары

2.1.1 Материалдар жиналған және өсірілген шаруашылықтар орыны

Зерттеу жұмыстары 2019-2022 жылдар аралығында жүргізілді. Әр суқойма кемінде 2 рет, яғни 2019-2021 жылдары (жаз және күз) және 2022 жылдың көктемінде қарастырылды. Зерттелген суқоймаларға Шелек өзені бассейніне кіретін Көлсай көлдері, Жіңішке өзені, Масақ өзені және оның тармақтары, сонымен қатар Бабатоған өзені және Текес өзені бассейніндегі Үлкен Қақпақ және Шалкедесу өзендері кірсе, Тентек және Еміл өзендері Алакөл бассейні құрамында болды. Сонымен қатар, Іле, Шарын, Борохудзир, Үсек, Қаскелең, Үлкен және Кіші Алматы өзендері зерттелді. Әрбір өзен 10-30 м аралықтағы шақырымға дейінгі ұзындықта қарастырылды.

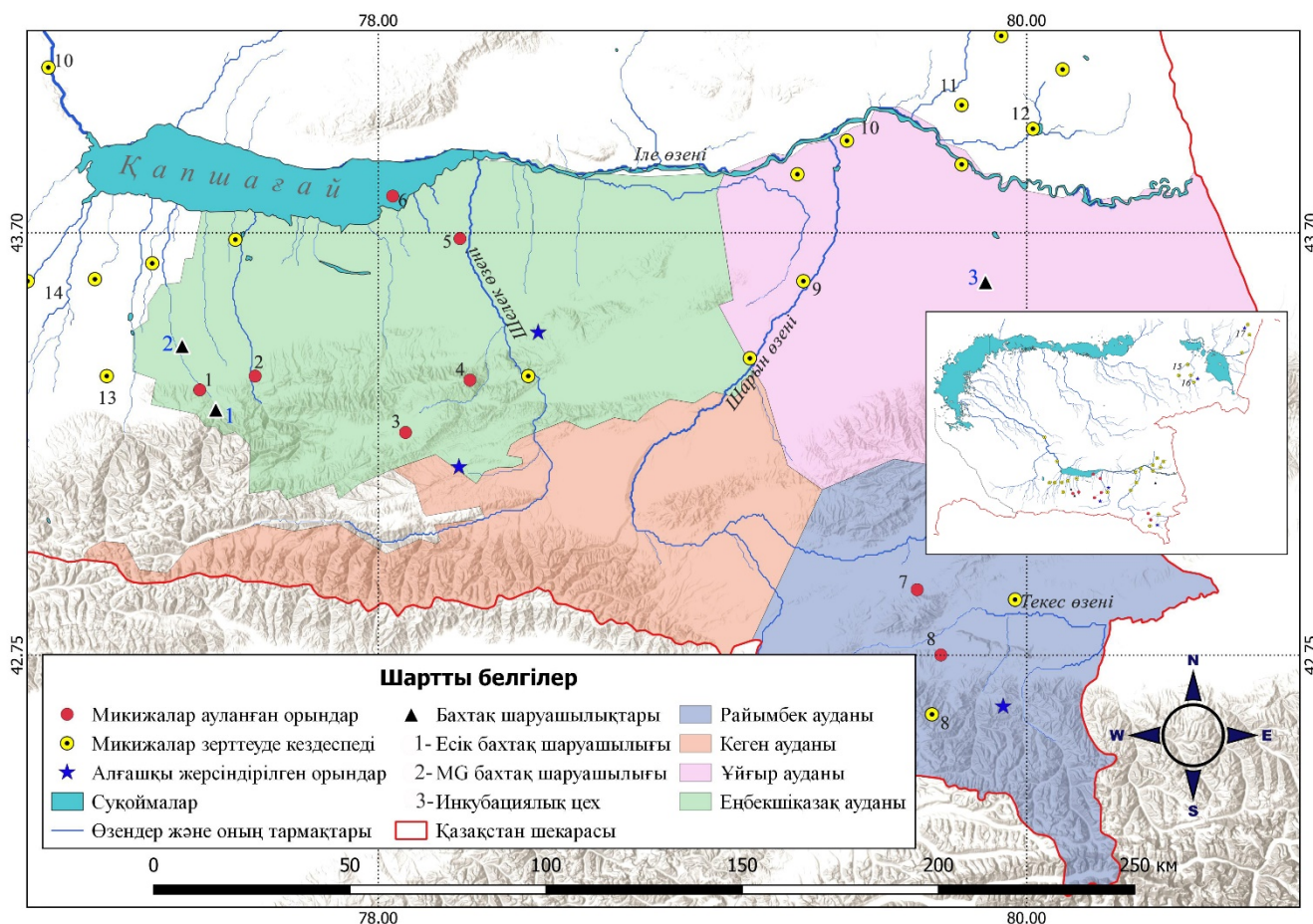
Атқарылған жұмыстардың негізгі схемасы сурет 2 көрсетілген.



Сурет 2 – 2021-2022 жылдары атқарылған диссертациялық жұмыстардың схемасы

Диссертациялық жұмысқа арналған материалдар, яғни микижалардың жабайы популяциялары 2021-2022 жылдары күз мезгілінің қазан айында Төменгі Көлсай көлі мен Қақпақ өзенінен ауланып жиналды. Өртүрлі биотоптарда микижаларды ұстау үшін түрлі ихтиологиялық аулау құралдары (құрма аулар, қармақ, жылым) пайдаланылды.

Материалдар жиналған сынамалардың орыны және балық өсіру шаруашылықтарының орналасқан жерлері сурет 3 көрсетілген, ал координаталары мен зерттелген даралардың саны кесте 2 ұсынылған.



Сурет 3 – Микижалардың ауланған және түрлі бахтақ шаруашылықтарда өсірген орындары, 2021-2022 жылдар. Кездескен орындары белгіленді: 1 - Есік өзені, 2 - Түрген және Ассы өзендері, 3 – Көлсай және Қайыңды көлдері, 4 – Сартау өзені, 5 – Масак және Бабатоған ағыстары, 6 – Қапшағай суқоймасы, 7 – Шалкедесу, 8 – Үлкен Қақпақ өзені

Табиғи суқоймалардан әкелінген өртүрлі жастағы және ұзындық-салмақтық құрамдағы микижалар Есік бахтақ өсіру шаруашылығына жеткізілді. Бұл жерде алдымен бонитировка жасалып, кейін дайындалған цистерналы бассейндерге балықөсіру-биологиялық көрсеткіштерін және ерекшеліктерін ескере отырып орналастырылды. Сонымен қатар, отырғызу кезінде биологиялық сипаттамалары (TL мм, SL мм, Q г, жынысы) да алынды.

Әкелінген микижаларды қолдан ұрықтандырып, олардың ұрықтанған уылдырықтарын инкубациялау жұмысы МГ балық өсіру шаруашылығында орындалды.

Кесте 2 – Микижалардың жабайы популяцияларының ауланған орындары мен мерзімдері

Суқойма	Ендік	Бойлық	Жақын елді мекен	Ауланған уақыты	Саны, дана
Төменгі Көлсай көлі	42.987822°	78.325079°	Саты ауылы	06.11.2020	15
				12.04.2022	47
Қақпақ өзені	42.727494°	79.905758°	Қақпақ ауылы	26.04.2022	7
	42.730755°	79.916849°		11.06.2022	14

2.1.2 Жиналған, өңделген материалдар және зерттеу жүргізілген мерзімдері

Жалпы Төменгі Көлсай көлі және Қақпақ өзенінен жиналған материалдар саны 125 дана. Морфометриялық талдау жасау үшін балықтар 4% формальдегид ерітіндісіне үлкен көлемдегі ыдыстарға майыстырылмай салынды. Сонымен қатар, фенотиптік белгілерін айқындау үшін 96% спиртке де фиксирленді. Табиғи жағдайдағы және аквакультурада өсірілетін шығу тегі әртүрлі микижаларды зерттеу материалдар саны кесте 3 ұсынылған.

Кесте 3 – Зерттеу жұмысына арналған материалдар саны

Материалдар	Көлсай көлінен ауланған микижа	Қақпақ өзенінен ауланған микижа	Польшалық микижа	Даниялық микижа	Барлығы
Биологиялық талдау	62	21	14	8	105
Морфометриялық талдау	20	12	10	10	52
Фенотип	5	5	5	5	20
Жалпы	87	38	29	23	177

Табиғи суқоймалардағы микижаларды анықтау далалық жағдайда визуальды түрде негізгі белгілеріне қарап анықталса, ары қарай зертханада пластикалық және меристикалық, сондай-ақ фендік сипаттамаларымен толық қарастырылды. Ол үшін әртүрлі анықтауыштар [138] мен анықтамалық [140, 141, 142] әдебиеттер пайдаланылды.

Микижаның қазіргі систематикалық жағдайы мен нақты ғылыми атауын білу үшін Эшмейер каталогы [143] пайдаланылды. FishBase [144] электронды

базасымен микижаның статусы және оның ағылшынша атауы тексерілді. Құбылмалы бахтақ немесе микижа қазақша атаулары Бәйімбет Ә.А., Тимирханов С.Р. (1999) [145] қазақша анықтауыштарынан және Дукровец Г.М., Мамилов Н.Ш. (2016) [146] мақаласынан алынды. Микижаның қазіргі систематикасы Lifemar интерактивті [147] сайтымен құрастырылды.

Балықтарды фиксациялау үшін 4% формалин пайдаланылды. Микижаларға биологиялық және морфологиялық талдау, сонымен қатар фенотиптік анықтау жұмыстары докторантура оқу кезеңінде Әл-Фараби атындағы ҚазҰУ, биология және биотехнология факультеті, биоалуантүрлілік және биоресурстар кафедрасының зоология зертханасында жетекшімнің қадағалауымен жасалынды.

Табиғи суқоймалардағы микижаның жабайы популяцияларын дәстүрлі аквакультура бахтақтарымен салыстыру үшін польшалық бахтақ даралары алынды.

2.2 Зерттеу әдістері

2.2.1 Микижалардың жабайы популяцияларын табиғи суқоймалардан аулау, тасымалдау және оларды бассейндерге бейімдеу әдістері

2020-2022 жылдар аралығында сәуір және қараша айларында Төменгі Көлсай көлі мен Қақпақ өзенінен құбылмалы бахтақтың жыныстық жетілген дараларын аулау Қазақстан Республикасының Экология, геология және табиғи ресурстар министрлігінің 2022 жылы 18 қазандағы № 662 бұйрығы бойынша «Жануарлар дүниесін пайдалануға биологиялық негіздемелерді әзірлеу ережелеріне» сәйкес жүргізілді [138]. Төменгі Көлсай көлінен микижаларды аулау ау көзі 40, 50 және 60 мм болатын ғылыми стандартты аулар пайдаланылды. Қақпақ өзенінен балықтарды аулау активті құралдарымен, соның ішінде спининг, кастингті ау және арнайы дайындалған жылымның көмегімен ауланды. Қақпақ өзенінің жоғары ағысында пайдаланылған жылымның қанатының ұяшығы 12 мм, ұзындығы 8 м, биіктігі 1,5 м құрады. Өзен ағысында 10-14 дана микижа балықтарын аулау 10-12 сағат уақытты қамтыды. Ерекше қорғалатын табиғи аймақтан балық аулау арнайы рұқсат қағазымен орындалды.

Табиғи суқоймалардан ауланған микижа балықтарын шаруашылыққа тасымалдау үшін алдымен оларды біраз таза ағынды суда ұстадық. Бұл өз кезегінде желбезектері мен денесіндегі әртүрлі қоқыстарын тазартып, сондай-ақ ішектеріндегі қорек қалдықтарын босатуға септігін тигізеді. Тасымалдау үшін көлемі 1 кубтық шағын қауыздарға ауланған жерден су құйылды. Олардың ¼ бөлігін суға толтырып, қосымша аэрация беру үшін ауа толтырылған баллондар қолданылды. Тасымалдау кезінде судың жылып кетпеуі үшін, кешкі салқынмен тасымалданды. Салқындату үшін 100 литр суға 5 кг мөлшерінде мұз салынып отырды. Балықтарды тасымалдау қажетті нормалар мен ережелерді талап ететін, күрделі технологиялық процесс, сондықтан да ұйымдастыру мен ерекшеліктерін ескеру кезінде оқулықтар [149] мен жарияланған мақалалардың [150, 151] ақпаратына сүйендік.

Автокөлікпен 4 сағат бойы шаруашылыққа тасымалданған микижаларды бассейндерге орналастыру үшін алдымен оларды алдын-ала дайындалған шағын бассейндерге, әкелінген көлемдегі сумен бірге салдық.

2.2.2 Табиғи суқоймалардан ауланған микижа балықтарын фотоға түсіру және фиксациялау әдістері

2020-2022 жылдар аралығында сәуір және қараша айларында Төменгі Көлсай көлі мен Қақпақ өзенінен ауланған микижа балықтарының реңдері мен дақтарын фотоға түсіру үшін көлемі 30*10*40 см болатын арнайы аквариумға салынды. Балықтың толық ұзындықтағы және жүзбе қанаттары сәулелерінің еркін ашылып тұрған жағдайдағы суретке түсіру үшін, микижаны тыныштандырдық, яғни оның стрессін 2 минут аралығында төмендетуге аквариумдағы суға 3-5 тамшы 10% қалампыр майы (0,4 г/л) тамызылды. Кейін 15-20 секунд аралығында қажетті өлшемдерін алып, табиғи жарық және қосымша жарық берілу арқылы, горизонталды жағдайда, масштабты ескеріп суретке түсірілді (сурет 4). Суретке түсірілген балықтарды қайтадан таза суға жіберілді.



Сурет 4 – Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаны суретке түсіру, 2020 жыл

Шаруашылық бассейндерінде микижаның әртүрлі мәдени түрлерін суретке түсіру үшін кездейсоқ 15-20 данасын алу арқылы жасалды. Балықтардың морфологиялық ерекшеліктерін және патологиялық өзгерістерін суретке түсіру үшін сол жақ бүйірімен жатқызылды. Балықтардың жақсы әрі сапалы суреттерін алу кезінде, оларды объективке орналастыру, позициялау және масштабын өлшеу т.т. фотодокументациялау жұмыстары Мелехин А.В. және басқалары (2021) [152] мақаласымен жасалды.

Балықтарды камералық өңдеу үшін 10% формальдегидпен фиксирленді. Фиксация кезінде балықтың дене мөлшеріне байланысты әртүрлі көлемдегі ыдыстарға қисаймайтындай етіп салынып, сәйкесінше этикеттелді.

2.2.3 Микижа балықтарын шаруашылықта уылдырықтан бастап тауарлы балыққа дейін өсіру әдісі

Бассейндерде микижаларды өсіру аквакультурада бұрыннан қолданылатын әдіс болып табылады. Бұл әдіс үнемі генерация беретін балықты тиімді өсіруге және көбейтуге мүмкіндік береді. Шығындарға келетін болсақ, бизнес салыстырмалы түрде шағын инвестицияларды қажет етеді, бірақ болашақта ол тез өтеледі және үлкен пайда әкеледі.

Алматы облысы, Еңбекшіқазақ ауданына қарасты, Есік қаласында орналасқан бахтақ өсіру шаруашылығында индустриалды бағытта өсірілді. Бұл шаруашылықтың жылдық қуаттылығы 120-200 тонна құрайды. Шаруашылықта жалпы 3 г-нан бастап, 4-5 кг-ға дейінгі салмақтағы түрлі микижалар өсіріледі.

Бассейндік шаруашылықта микижаларды өсіру технологиясы арнайы оқулықтармен орындалды [153, 154, 155].

Микижа қоршаған ортаның жағдайына тез бейімделеді. Ол 0-27⁰С температура аралығындағы диапазонға шыдау мүмкін, алайда 15-18 °С қалыпты болып табылады. Бассейндегі судың оттегі мөлшері 9-11 мг/л микижа үшін қалыпты. Микижа балықтары табиғи және жасанды қоректерді белсенді сіңіріп, жақсы қорытудың арқасында қалыпты өседі. Жас ерекшеліктеріне сай микижаларға берілетін күндік қорек мөлшері мен коэффициенті оқулықтармен [156] көмегімен алдын ала есептеліп берілді.

Бассейндерде микижа шабақтарын өсіру кезінде ұсынылған балық өсіру нормативтері ескерілді [157].

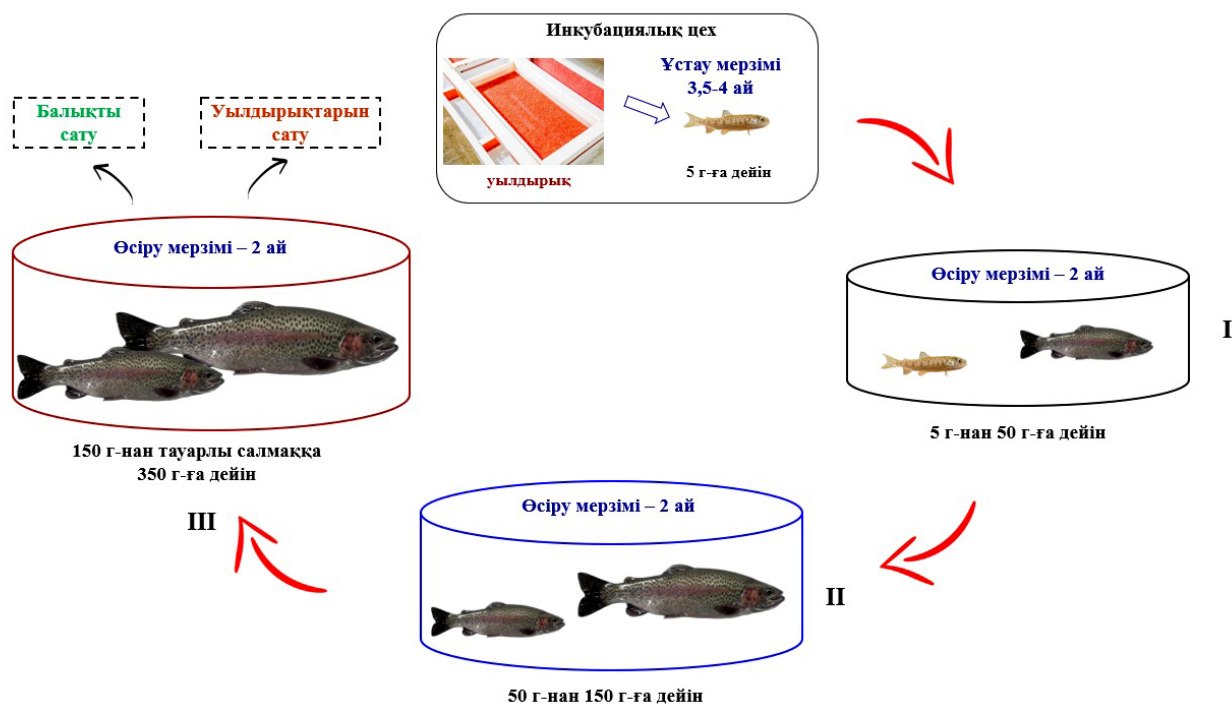
Микижаның мәдени табындары мен жабай популяцияларын шаруашылықта өсіру келесідей кезеңдермен (сурет 5) жүргізіледі:

1) Польша және Дания елдерінен әкелінген ұрықтанған микижалардың уылдырықтары Құлжа инкубациялық цехында 5 г-ға дейін өсіріледі. Ұстау ұзақтығы 3,5-4 ай;

2) Кейін Есік өзені бойында орналасқан «ТМТ Group» бахтақ шаруашылығында 1 блоктағы бассейнде салмағы 5 г-нан 50 г-ға дейін өсіріледі. Өсіру мерзімі – 2 ай;

3) 2 блокта салмағы 50 г-нан 150 г-ға дейін өсіріледі. Өсіру мерзімі – 2 ай;

4) 3 блок үлкен бассейндерге отырғызу салмағы 150 г-нан тауарлы салмаққа 350 г-ға дейін өсіріледі. Өсіру мерзімі – 2 ай.



Сурет 5 – Микижаларды шаруашылықта өсіру кезеңдері

2.2.4 Үлкен Қақпақ өзені және Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның жабайы өндірушілерінен уылдырық алу, ұрықтандыру және инкубациялау әдістері

2021 жылы көктемде Үлкен Қақпақ өзені және Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның жыныстық жетілген дараларынан уылдырық және шәует алу процесі желтоқсан айында, гонадаларының жағдайы IV жыныстық жетілу сатысында болғанда жүргізілді. Алдымен өндірушілерді су температурасы 8°C болатын бассейндерде жеке ұсталдып, бақыланды. Микижалардың пісіп-жетілген жыныс өнімдерін алу арнайы оқулықтармен [158, 159] және нұсқаулықтармен жүргізілді [160].

Өндірушілердің жыныс өнімдерінің дайын болғандығын білу үшін, визуальды түрде олардың жыныс тесіктерінің ісініп сыртқа шығу арқылы анықталды. Аналықтарынан уылдырық алу үшін, алдымен құрсағын құрғақ шүберекпен сүртіліп, кейін кеуде қанатынан аналь қанатына дейін аздап қысу арқылы уылдырықтары шығарылып, шынылы ыдысқа құйылды. Аталықтарынан шәуетті шығару құрсағын сығу арқылы жүргізілді. Жыныс өнімдерін алу жұмыстары (сурет 6) күн сәулесі тікелей түспейтін қараңғы жерде орындалды.



А



Ә

Сурет 6 - Микижаның жабайы өндірушілерінен уылдырық (А) және шәует (Ә) алу, 2021 жыл

Салыстырмалы түрде аналықтарының жыныс өнімі дене салмағына шаққанда 10% қамтыды. Уылдырықты ұрықтандыру үшін «құрғақ әдіс» қолданылды, яғни алынған уылдырыққа 1 мл шәует қосу арқылы, қауырсынмен 2 минут шамасында араластырылды. Кейін уылдырықтарының ұрықтануы үшін 10 минут бетін жауып қойылды. Ісінген уылдырықтарға өндірушілері отырған бассейндегі судан құйылып, араластырылды. Басқа да заттар, жыныс өнімдерінің қалдықтары сумен шайылып тазартылды. Көзбен бақылау арқылы ұрықтанбаған уылдырықтары пинцетпен алынды.

Уылдырықтарды ары қарай инкубациялау үшін FET (Түркия) фирмасының вертикальды аппаратына (сурет 7) салынды. 30 күн бойы бақылау жүргізілді. Ұрықтанған уылдырықтардағы өзгерістер нұсқаулықпен тексеріліп отырды [161].



А



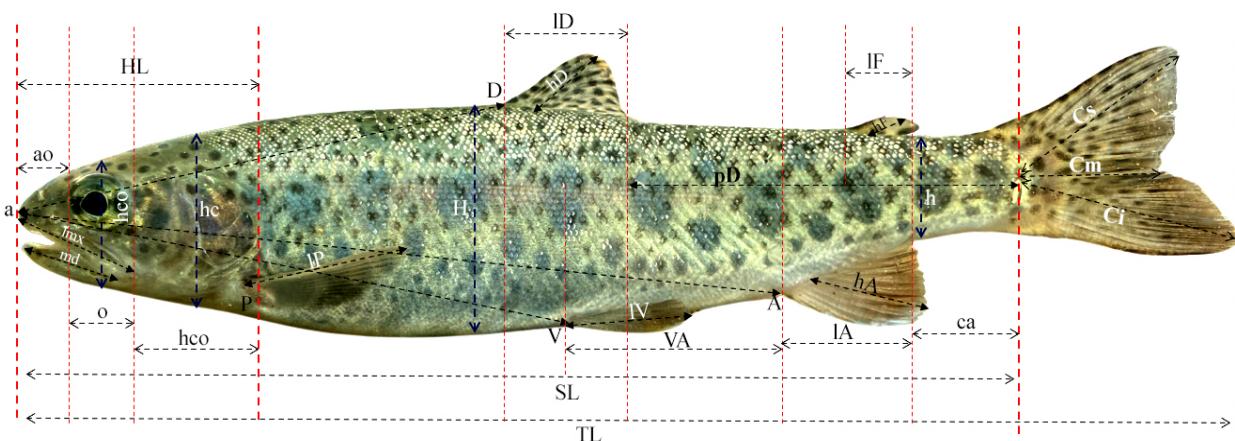
Ә

Сурет 7 - FET инкубациялық аппараты жалпы көрінісі (А) және ұрықтанған уылдырықтарды орналастыру дискілері (Ә)

2.2.5 Балықтарға биологиялық және морфологиялық талдау жасау әдістері

Микижалардың негізгі биологиялық көрсеткіштерін және морфометриялық өлшемдерін алу Правдин (1966) [162] және Коттелат, Фрейхоф (2007) [163] ұсыныстарына сәйкес жүргізілді. Өлшенген белгілер (өлшемдер) келесідей аббревиатуралармен белгіленген: толық ұзындығы – TL, стандартты ұзындығы – SL, басының ұзындығы – HL, тұмсық ұзындығы – ao, көз орбитасының горизонталды ұзындығы – o, басының көзарты бөлімі ұзындығы – op, басының көз деңгейіндегі биіктігі – hco, басының шүйде бөліміндегі биіктігі - hc; жоғарғы жақ ұзындығы – lmx, жоғарғы жақ ені – hmx; төменгі жақ ұзындығы - md; денесінің максималды биіктігі - H; құйрық сабақшасының биіктігі - h; антедорсальды ұзындық - aD; постдорсальды ұзындық - pD; антевентральды ұзындық - aV; антеанальды ұзындық - aA; құйрық сабақшасының ұзындығы - ca; арқа қанаты негізінің ұзындығы - lD; май қанаты негізінің ұзындығы - lF; арқа жүзбе қанатының биіктігі - hD; май қанатының биіктігі - hF; басынан май қанатқа дейінгі ұзындық - aF; аналь жүзбе қанаты негізінің ұзындығы - lA; аналь жүзбе қанатының биіктігі - hA; кеуде жүзбе қанатының ұзындығы – lP, құрсақ жүзбе қанатының ұзындығы – lV; құрсақ жүзбе қанатынан бастап, аналь тесігіне дейінгі ұзындық - VA, құйрық жүзбе қанатының үстіңгі қалақшасының ұзындығы - Cs, құйрық жүзбе қанатының астыңғы қалақшасының ұзындығы - Ci, құйрық жүзбе қанатының ортаңғы (медиальды) сәулесінің ұзындығы - Cm.

Микижаның пластикалық (сапалық) белгілерінің негізгі өлшемдері сурет 8 ұсынылған.



Сурет 8 - Микижаның пластикалық белгілерін өлшеу сызбанұсқасы

Алғашқы Еуропадан және Камчаткадан жерсіндірілген балықтардың өсу жылдамдығын А.Ф.Сидорова (1992) және Ю.А.Бирюков (1992) мәліметтерімен салыстыру үшін тұмсығынан бастап, құйрық жүзбе қанатының ортаңғы сәулесіне дейінгі (Lsm) аралықты өлшедік. Морфологиялық өлшемде балықтың толық, стандартты және құйрық жүзбе қанатының ортаңғы сәулесіне дейінгі

ұзындықтар мм көрсетілсе, қалған пластикалық өлшемдері стандартты дене ұзындығына (%SL) шаққанда пайызбен көрсетілді.

Саналатын яғни меристикалық белгілері келесідей аббревиатурамен белгіленді: II – бүйір сызығындағы қабыршақтар саны, Ds – арқа жүзбе қанатындағы жұмсақ сәулелер саны, As – аналь жүзбе қанатындағы жұмсақ сәулелер саны, Ps – кеуде жүзбе қанатындағы жұмсақ сәулелер саны, Vs – құрсақ жүзбе қанатындағы жұмсақ сәулелер саны, Spbr – бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны, vert. – омыртқаларының саны, сio – көзастындағы ұсақ тесіктер саны, сор – желбезек қақпақалды сүйегіндегі ұсақ тесіктер саны, сtm – көзүстіндегі ұсақ тесіктер саны.

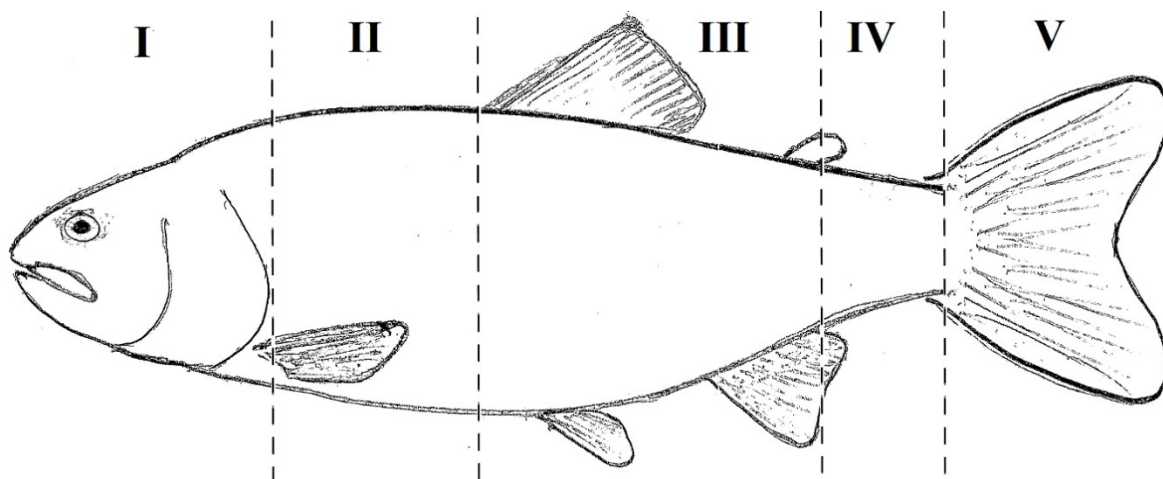
Белгілі бір морфологиялық белгілердің субъективті ажыраулар мүмкіндік жағдайын бағалау үшін тек сол авторлардан алынған мәліметтері қолданылды [164, 165].

Микижа балықтарының жасы қабыршағы және кеуде омыртқалары бойынша анықталды [166, 167, 168].

2.2.6 Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігін зерттеу әдістері

Албырт балықтарының фендері ретінде әртүрлі авторлар сыртқы морфологияның [169, 170] және морфо-анатомиялық белгілерінің белгілерін пайдаланады: сүйектер пішіндері, бұлшықет түсі және т.б. [171]. Әртүрлі албырт тұқымдастардың жеке өкілдерін, табындарын және популяцияларын тану үшін толық морфометриялық талдау [172, 173] және автоматтандырылған тері түсін талдау [174] қолданылды. Атлант албырты *Salmo salar* мысалында денесінде қара дақтардың орналасуы популяциядағы жеке дараларды анықтауға мүмкіндік беретіндігін көрсеткен [175].

Микижаның түстерінің (дақтар) ерекшеліктерін зерттеу үшін оның денесін 5 участкаға (бөліктер) бөліп қарастырдық (сурет 9):



Сурет 9 – Микижаның түсін анықтауға арналған дене бөліктері:

I – бас бөлімі, II – басының біткен бөлімінен вертикалды бағытта арқа қанаты басталған тұсқа дейін, III – арқа қанатынан бастап, құйрық сабақшасы басталған тұсқа дейін, IV – құйрық сабақшасы бөлімі, V – құйрық қанаты

Фенотиптік өзгергіштіктің сандық сипаттамаларын және популяцияларды өзара салыстыру үшін Л.А. Животовскийдің [169] критерийлерін пайдаландық:

1) популяция ішілік алуантүрлілік көрсеткіші μ «морф саны» бірлігінде алуантүрліліктің бағасын береді. Оның максималды мүмкін мәні барлық морфтардың бірдей жиілігінде m -ге тең. Жиіліктердің таралуы біркелкі болмаған кезде морф $\mu < m$. Мономорфизм кезінде $\mu = 1$.

$$\mu = (\sqrt{p_1} + \sqrt{p_2} + \dots + \sqrt{p_m})^2 \quad 1)$$

мұндағы p_1, p_2, p_m - сәйкесінше 1, 2, m морфтардың кездесу жиілігі;

2) популяциялық ұқсастық индексі r – популяциялардың жұптық ұқсастығының өлшемі. Оны салыстырылған популяциялардағы жалпы морфтардың жиілігі ретінде түсіндіруге болады:

$$r = \sqrt{p_1 q_1} + \sqrt{p_2 q_2} + \dots + \sqrt{p_m q_m} \quad 2)$$

мұндағы p_1, p_2, p_m – сәйкесінше бірінші топта 1, 2, m морфтардың кездесу жиілігі, q_1, q_2, q_m – екінші популяцияда сәйкесінше 1, 2, m морфтардың кездесу жиілігі.

Алынған нәтижелер визуализациясы PAST 4.07b [176] статистикалық бағдарламасы арқылы толық кешенді талдау (complete linkage) және өлшенбеген жұптық ұқсастық әдістерімен индексі негізінде ұқсастық дендрограммалары құрастырылды.

2.2.7 Гидрохимиялық талдау жасау әдістері

Микижа үшін қоршаған ортаның шектеуші факторлары судың температурасы (қалыпты 14-18 °С, биологиялық функцияларының төмендеуі 20,0 °С басталса, 25,0 °С кезінде жаппай қырылады), рН (қалыпты 6,5-8,2), еріген оттегінің мөлшері (8-9 мг/дм³) және судың оттегімен қанығуы 80 % кем болмауы керек екені белгілі.

Әртүрлі табиғи суқоймалардан су сынамаларын алу кезінде абиотикалық көрсеткіштері зерттелді: температура, рН, минерализациясы, лайлылығы және аммоний мен нитраттың мөлшері. Белгіленген аудандарда көлемі 0,5 л бөтелкені судың астына толықтай батырып, қақпағын солай жауып, сынамалар жиналды.

Судың мөлдірлігі сынамалар алынған аймақтардан диаметрі 30 см болатын Секки дискісі төменнен жоғары көтеру арқылы (см) анықталды.

Барлық көрсетілген сипаттамалар су сынамаларын бірден алған кезде жасалды. Судың температурасы және еріген оттегі мөлшері AZ 8403 Dissolver *Oxygen meter* оксиметр аппаратымен анықталды. Судың лайлылығын HI 93703

«Hanna Instruments» турбонепрометр көмегімен анықталса, тұздылық, температура және рН осы өндірушінің HI 98129, ал аммиак HI 96700 Ammonia LR, нитраттар HI 93728 электронды өлшегіш құралымен анықталды.

Микижаларды шаруашылықтарда күнделікті өсіру мен көбейтуде ортаның абиотикалық және биотикалық факторларының әсерін бағалау үшін тәулігіне 3 уақыт температура және оттегі режимінің динамикасы бақыланып отырды.

2.2.8 Статистикалық мәліметтерді өңдеу әдістері

Жиналған мәліметтердің статистикалық өңделуі [177] әдістемелік ұсыныстарға сәйкес Excel компьютерлік бағдарламасының көмегімен жүргізілді. Алдымен биоанализ жасалынған балықтардың ұзындық-салмақтық, үлкен және кіші салмақтық қатынастары нүктелік диаграммалар арқылы корреляцияланып, қателіктері тексерілді. Статистикалық көрсеткіштер ретінде минималды (min), максималды (max) және орташа (M) мәндері, орташа ауытқу ($\pm m$), стандартты ауытқу (σ), өзгергіштік коэффициенті (C) алынды.

Балықтардың дене мөлшерінің талдау нәтижелеріне әсерін болдырмау үшін пластикалық морфометриялық белгілер стандартты дене ұзындығы және басының ұзындығына сәйкес корреляцияланды.

Балықтар популяцияларының алуантүрлілігі (морфологиялық айырмашылықтары) көпөлшемді статистикалық анализдің көмегімен бағаланды. Басты компоненттер анализі (principal component analysis, PCA) PAST 4.07 бағдарламасымен жүзеге асырылды. Балықтар популяциялары мен өзгермелі қоршаған орта арасындағы қатынастарды анықтау үшін каноникалық талдау (canonical correspondence analysis, CCA) әдісі қолданылды [178].

Диссертацияға қосымша қажетті сандық мәліметтерді талдау және сапалы графиктерді тұрғызу үшін Origin-2022 компьютерлік бағдарламасы пайдаланылды [179].

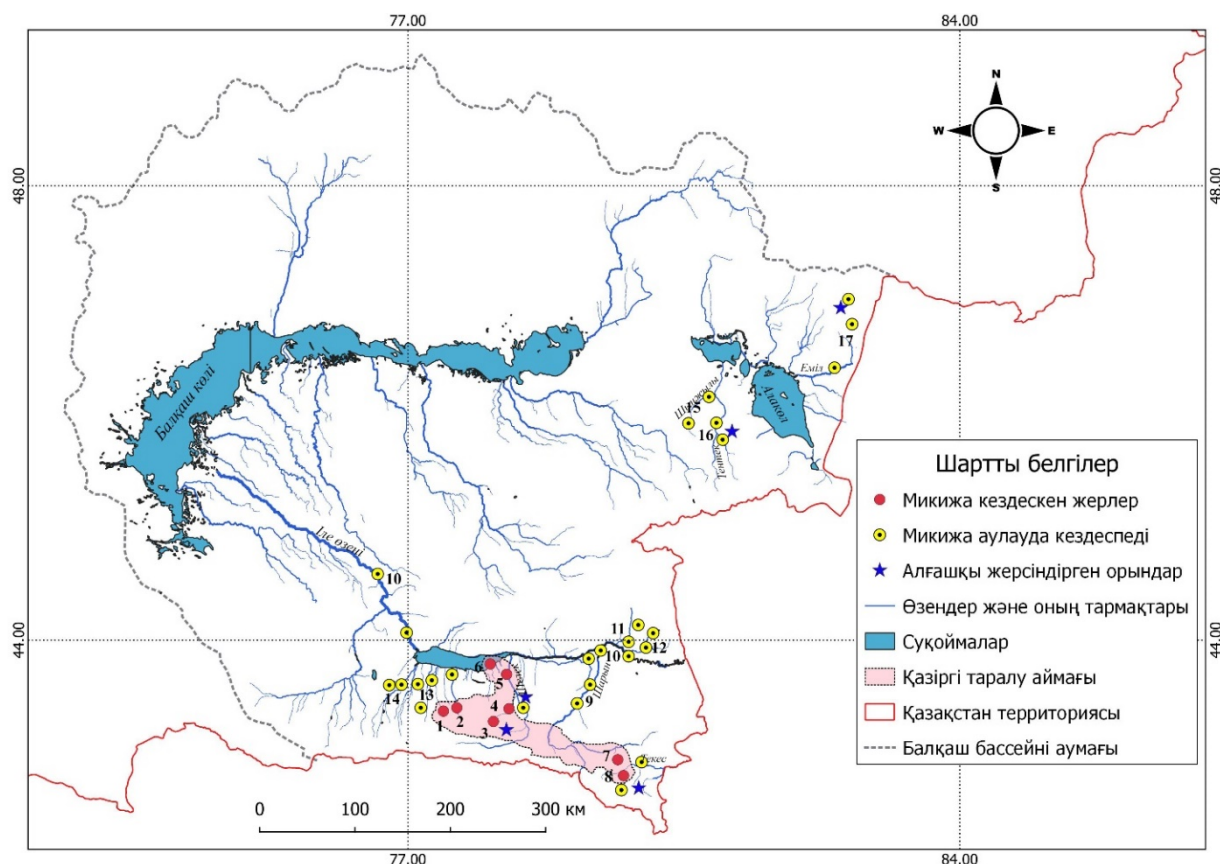
Биоморфологиялық белгілердің нақты айырмашылығын бағалау үшін Стюдент (Ttest) және Манно-Уитни (U) критерийлері пайдаланылды [177, 340 б.].

3 ЗЕРТТЕУ НӘТИЖЕЛЕРІ МЕН ОЛАРДЫ ТАЛҚЫЛАУ

3.1 Балқаш бассейнінің табиғи суайдындарында микижаның *Oncorhynchus mykiss* қазіргі кездегі таралуы және тіршілік циклі

3.1.1 Таралуы

Табиғи су айдындарын зерттеу кезінде микижа балықтары Іле өзені тармақтарының 8 учаскесінде, сонымен қатар Шелек және Текес өзендері бассейндерінен кездесетіндігі анықталды (сурет 10).



Сурет 10 – Зерттеу аймақтарындағы микижалардың таралуы. Нумерациямен белгіленді: 1 - Есік өзені, 2 - Түрген және Ассы өзендері, 3 – Көлсай және Қайыңды көлдері, 4 – Сартау өзені, 5 – Масақ және Бабатоған ағыстары, 6 – Қапшағай суқоймасы, 7 – Шалкедесу, 8 – Үлкен Қақпақ өзені, 9 – Шарын өзені, 10 – Іле өзені, 11 – Борохудзир өзені, 12 – Үсек өзені, 13 – Үлкен және Кіші Алматы өзендері, 14 – Қаскелең өзені, 15 – Шынжылы өзені, Тентек өзені (жоғары және ортаңғы ағысы), 17 – Еміл өзені.

Далалық бақылаулар нәтижесінде біз Іле өзенінің су алабы аймағындағы микижалардың мекендейтін жерлерін 4 типке бөлдік:

- 1) Төменгі және ортаңғы Көлсай көлдерімен ұсынылатын биік таулы көлдер;
- 2) Үлкен Қақпақ, Шалкедесу және Сартау өзендерімен ұсынылатын биік таулы сарқынды өзен арналары;
- 3) Шелек өзеніне құятын Масақ және Бабатоған өзендерімен ұсынылатын жазықтағы бастаулар, бұлақтар, тармақтар және ағыстар;
- 4) Қапшағай суқоймасы (сурет 11).



А



Ә



Б



В

Сурет 11 – Микижалар мекендейтін *Oncorchynchus mykiss* суқоймалар:
А – Үлкен Қақпақ өзені; Ә – Төменгі Көлсай көлі; Б – Масақ өзені
жанындағы ағыстың бірі, В – Қапшағай су қоймасы

Кесте 4 зерттелген суқоймалардың суының негізгі көрсеткіштері келтірілген. Балқаш бассейнінде микижа біршама алуантүрлі жағдайларда мекендейді. Көлсай көлдері және Үлкен Қақпақ өзені – алшақ суқоймалар, сондықтан да 40 жыл бұл жерлерге адамдар сирек барған. Бүгінгі күні Төменгі Көлсай көлі танымал демалыс орындарының біріне айналды (сурет 2 Ә). Үлкен Қақпақ өзеніне антропогендік әсер ету өте қатты өскен. Мұнда микижаны бастапқы жерсіндіру кезеңдерімен [12, 58 б., 11, 120 б.] салыстырсақ, судың рН мәні біршама жоғарлаған. Шелек өзенінің жазықтағы учаскелерінде (Масақ өзені ағыстары, Бабатоған тармақтары) судың максималды температурасы құбылмалы бақтақ [180] үшін оңтайлы температурадан жоғары. Уылдырықтың қалыпты дамуына өзендегі лайлылық деңгейі де жоғары. Дегенмен де, балықтар мұнда ұзақ уақыт мекендеп келеді. Бұған микижа үшін пана ретінде қызмет ететін суық және мөлдір таза суы бар көптеген бұлақтардың болуы ықпал етеді. Сонымен қатар, мекендеу аймақтары маңы аңшылық алқап ретінде пайдаланылады, яғни қалың тоғайлы ағаштар мен бұталар аймақтарының болуы, балық аулаудың қолжетімділігін қиындатады. Есік және Түрген

өзендерінің төменгі ағыстарында мұндай жерлер аз, олардың ал іргелес аумақтары қарқынды ауыл шаруашылығы аймағында орналасқан.

Кесте 4 – Зерттелген суқоймалардың гидрохимиялық көрсеткіштері

Сынамалар орындары	Сурет 1 бойынша су объектілерінің саны	°С	pH	ppm	FTU (лайлылық)
Микижа кездесті					
Есік өзені (жоғары)	1a	14.2	8.01	102	12.3
Түрген өзені (жоғары)	2a	15.3	7.92	124	17.8
Төменгі Көлсай көлі	3	17.1*	8.30	87	2.4
Шелек өзені (орта)	4a	16.2	8.16	98	18.9
Сартау (Жіңішке) өзені	4b	16.1	7.89	126	11.5
Масақ ағысы және тармақтары	5a	24.3	7.36	456	17.6
Бабатоған ағысы	5b	27.3	7.58	307	12.4
Қапшағай су қоймасы	6	26.8*	8.16	583	15.2
Шалкедесу өзені	7	14.8	7.78	134	4.1
Үлкен Қақпақ өзені	8	12.7	8.35	155	2.9
Микижа кездеспеді					
Есік өзені (төмен)	1b	26.1	8.14	362	41.8
Түрген өзені (төмен)	2b	25.8	7.92	654	32.1
Борохудзир өзені	11	15.8	7.52	220	10.2
Үсек өзені	12	17.3	7.89	192	16.1
Үлкен Алматы өзені (жоғары)	13	16.5	8.20	256	18.0
Тентек өзені (жоғары)	16a	14.9	8.27	96	28.3
Тентек өзені (төмен)	16b	26.7	8.36	268	55.3
Еміл өзені	17	31.5	8.31	664	37.4
*1 м тереңдік.					

Текес өзенінің орта және төменгі ағысында суару мақсатында бірнеше бөгеттер салынған. Олардың ешқайсысында арнайы балық өткелдері жоқ, сондықтан да балықтардың миграциясы тек жоғарыдан төменгі аймақтарға ғана мүмкін болады. Бұл өзен бассейнінде Камчатка өзендерінен әкелінген микижалар ғана мекендеген. Төменгі және Ортаңғы Көлсай көлдеріне микижаның өсірілген формалары ғана енгізілген. Шелек бассейні өзендерінде Чехославакия мен Ресей балық шаруашылықтарындағы микижа және Камчаткадан әкелінген микижа араласады.

Микижа Төменгі және Ортаңғы Көлсай көлдерінің екеуінің барлық аудандарында мекендесе, Үлкен Қақпақ, Шалкедесу және Сартау өзендерінде ірі тастар айналасындағы қайраңдардың бәсеңдеген немесе екі тармақтардың қосылған сияқты біршама терең жерлерінде ғана байқалды. Бұл үш өзен қысқа, сондықтан да микижаларды көбейтуге қолайлы жерлер көп емес және мұнда микижа популяциясы аз болып көрінеді. Алакөл көлдер бассейнінде бұл түр жерсіндірілгеннен [12, 59 б.] кейін жойылып кетті және бұрынғы біздің зерттеулерімізде [181], сондай-ақ қазіргі кездегі байқауларда да кездеспеді.

Түрген және Есік өзендерінің таулы аудандарындағы жекеменшік балық өсіру шаруашылықтарынан балықтардың бір бөлігі табиғи ортаға кетіп қалуы мүмкін. Алайда, 2000 жылдардың басында Түрген өзеніндегі микижаның өзі көбею қабілеті бар популяциясы толықтай жойылды [182]. Қазіргі уақытта шет елдерден (Дания, Польша, Түркия) уылдырықтан шыққан тек стерильді (триплоидты) микижалар [183] ғана келеді. Демек, Түрген және Есік өзендерінде өздігінен көбейетін популяциялар жоқ.

Балқаш бассейні суқоймаларында микижалар көптеген балық түрлерімен бірге қауымдастықта мекендейді (кесте 5).

Кесте 5 – Микижамен жерсіндірілген суқоймалардағы балықтардың түрлік құрамы

Ғылыми атауы	Қазақша атауы	Су объектілері (сурет 1 сәйкес нөмірленген).									
		1	2	3	4a	4b	5a	5b	6	7	8
Аборигенді түрлер											
Cypriniformes отряды Cyprinidae тұқымдасы											
<i>Diptychus maculatus</i> Steindachner, 1866	Қабыршақты көкбас	0	0	0	0	+	0	0	0	+	+
<i>Gymnodiptychus dybowskii</i> (Kessler, 1874)	Жалаңаш көкбас	0	+	0	+	+	+	0	0	+	0
<i>Schizothorax argentatus</i> Kessler, 1874	Балқаш қара балығы	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
Family Leuciscidae											
<i>Phoxinus brachyurus</i> Berg, 1912	Жетісу гольяны	0	0	0	0	0	+	0	0	0	0
<i>Rhynchocypris poljakowi</i> (Kessler, 1879)	Балқаш гольяны	0	0	0	+	0	+	0	0	0	0
Nemacheilidae тұқымдасы											
<i>Triplophysa stolickai</i> (Steindachner, 1866)	Тибет талма балығы	+	0	+	+	+	0	0	0	+	+
<i>Triplophysa dorsalis</i> (Kessler, 1872)	Сұр талма балық	0	+	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Triplophysa strauchii</i> (Kessler, 1874)	Теңбіл талма балық	+	+	+	+	+	+	+	0	0	0
<i>Triplophysa labiata</i> (Kessler, 1874)	Біртүсті талма балық	+	+	0	+	+	0	0	0	0	0
Жалпы		3	4	2	5	5	6	2	0	3	2
Бөгде түрлер											
Salmoniformes отряды Salmonidae тұқымдасы											
<i>Oncorhynchus mykiss</i> (Walbaum, 1792)	Микижа	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Cypriniformes отряды Cyprinidae тұқымдасы											
<i>Carassius gibelio</i> (Bloch, 1782)	Бозша мөңке	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0

кесте 5 – жалғасы

Ғылыми атауы	Қазақша атауы	Су объектілері (сурет 1 сәйкес нөмірленген).									
		1	2	3	4a	4b	5a	5b	6	7	8
<i>Cyprinus carpio</i> Linnaeus, 1758	Сазан	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Family Leuciscidae											
<i>Abramis brama</i> (Linnaeus, 1758)	Тыран	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
<i>Rutilus rutilus</i> (Linnaeus, 1758)	Торта	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Family Gobionidae											
<i>Abbottina rivularis</i> (Basilewsky, 1855)	Абботина	0	0	0	0	0	+	+	0	0	0
<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck & Schlegel, 1846)	Амур шабағы	0	0	0	0	0	+	+	+	0	0
Хеносуридае тұқымдасы											
<i>Hemiculter leucisculus</i> (Basilewsky, 1855)	Қырлықұрсақ	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Ачеилгогнахиде тұқымдасы											
<i>Rhodeus ocellatus</i> (Kner, 1866)	Кекіре	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Beloniformes отряды Adrianichthyidae тұқымдасы											
<i>Oryzias sinensis</i> Chen, Uwa, Chu, 1989	Медака	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Perciformes отряды Percidae тұқымдасы											
<i>Sander lucioperca</i> (Linnaeus, 1758)	Көксерке	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Odontobutidae тұқымдасы											
<i>Micropercops (Hypseleotris) cintus</i> (Dabry de Thiersant, 1872)	Элеотрис	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Gobiidae тұқымдасы											
<i>Rhinogobius cheni</i> (Nichols, 1931)	Амур бұзаубас балығы	0	0	0	0	0	0	+	+	0	0
Жалпы		1	1	1	1	1	5	13	12	1	1

Ескертулер: + табылған түрлерді көрсетеді; 0 түр табылмаған.

Үлкен Қақпақ өзенінің көптеген бөліктерінде микижа доминатты түр болып табылады. Десе де, өзеннің жоғарғы ағысында аборигенді түр қабыршақты көкбас мекендесе, ал өзеннің төменгі ағысында жалаңаш көкбас пен тибет талма балығы мекендейтіні белгілі болды. Түрген және Есік өзендерінің жоғарғы ағысында ұқсас түрде микижа және аборигенді түрлер болып бөлінді. Мұнда ортаңғы ағыста микижа басым болса, жоғарғы жағында жалаңаш көкбас, ал төменгі жағында жалаңаш көкбас пен талма балықтар басымдық танытты. Аборигенді балық түрлері Шалкедесу өзен тармақтары мен Масақ ағыстарындағы қауымдастық құрамында басым болса, ал сондай жерлерде кездесетін микижалар салыстырмалы түрде аз болды.

Әр суқоймалардағы балық түрлерінің алуантүрлілігі ондағы мекен ету ортасының әртүрлілігін көрсетеді [184, 185, 186, 187]. Кесте 2 микижа Балқаш бассейнінің әртүрлі су айдындарында тіршілік ететін балық түрлерінің көпшілігімен, яғни мүлдем басқа экологиялық жағдайларда өмір сүре алатыны анық. Біздің зерттеу кезеңдерімізде Тентек және Еміл өзендерінде бұл түр кездеспеді. Еміл өзенінің жоғары жағында салынып жатқан бөгендер құрылысы, мұндағы судың ағысының азаюын тудырып, салдарынан жаз мезгілдерінде су температурасының тым жоғарылауына алып келді. Тентек өзенінің жоғарғы ағысындағы судың максималды лайлылығы, микижаның бейімделу қабілетінен де асып түсетіні анық.

3.1.2 Тіршілік циклі ерекшелігі

Зерттелген іріктемелердің жалпы ұзындық-салмақтық сипаттамалары мен қоңдылық индекстері кесте 6 ұсынылған. Төменгі Көлсай көлі мен Үлкен Қақпақ өзенінің микижалары тіршілік ету ортасының айқын айырмашылықтарына қарамастан, ұзындығы, салмағы және қоңдылығының ұқсастығымен ерекшеленеді. Шалкедесу (салқын таулы өзен) және Бабатоған (жылы жазық өзені) ағыстарындағы сынамалардың сипаттамалары ауытқулардың бір диапазонында болды. Масақ өзені (жазық) мен Сартау өзеніндегі (таулы) микижалар кіші болды. Биологиялық анализ жасағанда балықтардың ішін-жару кезінде зерттелген даралардың көпшілігінде құрсақ майлары болды. Тек 2021 жылдың күзінде және 2022 жылдың көктемінде Төменгі Көлсай көлінде микижалардың кейбір даралары ішкі май қорларынсыз кездесті.

Кесте 6 – Зерттелген сынамалардың жалпы биологиялық сипаттамалары

Суқоймалар және сынамалар	SL (мм)			Q (г)			Fulton		
	min	max	M ± SD	min	max	M ± SD	min	max	M ± SD
Төменгі Көлсай көлі, n = 20	127	237	176.2 ±28.79	45.0	238.0	112.0 ±49.70	1.06	1.51	1.34 ±0.125
Үлкен Қақпақ өзені, n = 20	125	318	178.1 ±48.20	34.0	546.1	141.3 ±128.89	1.22	1.72	1.39 ±0.127
Масақ және Шелек өзенінің төменгі ағысы, n = 26	82	156	113.0 ±13.93	5.8	56.1	31.1 ±13.60	1.13	1.71	1.44 ±0.140
Сартау өзені, n = 16	78	109	89.9 ±6.57	9.7	22.1	15.2 ±3.50	1.28	1.48	1.40 ±0.059
Шалкедесу өзені, n = 1	193			120.0			1.13		
Бабатоған өзені, n = 1	185			145.7			1.62		
Қапшағай суқоймасы, n = 1	296			564.0			1.54		

Қарастырылған суқоймаларда микижалардың қорек рационының құрамы шаянтәрізділер Crustacea (*Daphnia* sp., *Gammarus* sp.) және әртүрлі туыстағы насекомдардың личинкалары (Trichoptera, Ephemeroptera, Plecoptera, Odonata, Diptera, Trichoptera, Plecoptera, Hymenoptera, Hemiptera, Coleoptera, Diptera) құрады.

Балықтардың қорек құрамын және жасын зерттеу үшін жергілікті әуесқой балықшылармен микижаның 34 данасы Төменгі Көлсай көлінен, 6 данасы Үлкен Қақпақ өзенінен және 4 микижа Масақ ағысынан ауланды. Балқаш бассейнінде микижаның рационы жөнінде зерттелген аймақтарда және бұрынғы мәліметтерге [188] қарамастан, қорек құрамында балықтар, хирономидтердің личинкалары (*Chironomus* sp.) және құрттар (*Tubifex* немесе *Lumbricus*) кездеспеді. Барлық зерттелген суқоймаларда жылдың жылы уақыттарында микижа балықтары ересек ұшатын насекомдарды анағұрлым жақсы тұтынатыны анықталды.

Биологиялық талдау нәтижелеріне сүйенсек Төменгі Көлсай көліндегі микижалардың стандартты ұзындығы SL шамамен 190 мм болатын кейбір даралары жыныстық жетілмеген болды. Үлкен Қақпақ өзенінде зерттелген барлық балықтар жыныстық жетілген болды. Сартау өзенінде жыныстық жетілмегендер басым болғанымен, дене ұзындығы 90 мм-ге (ергежейлі) жететін жыныстық жетілген аталықтар кездесті. Масақ өзені ағыстарында ересек балықтар басым болды. Олардың жыныстық жетілгендері арасында барлық суқоймаларда аталықтары аналықтарына қарағанда, шамамен 2,5 есе үлкенірек болды. Барлық зерттелген дараларда қоңдылық коэффициенті үлкен аралықта ауытқыды. Балықтардың ұзындығы мен олардың қоңдылығы арасында және жасы мен қоңдылығы арасында айқын корреляция ($p > 0,05$) байқалмады.

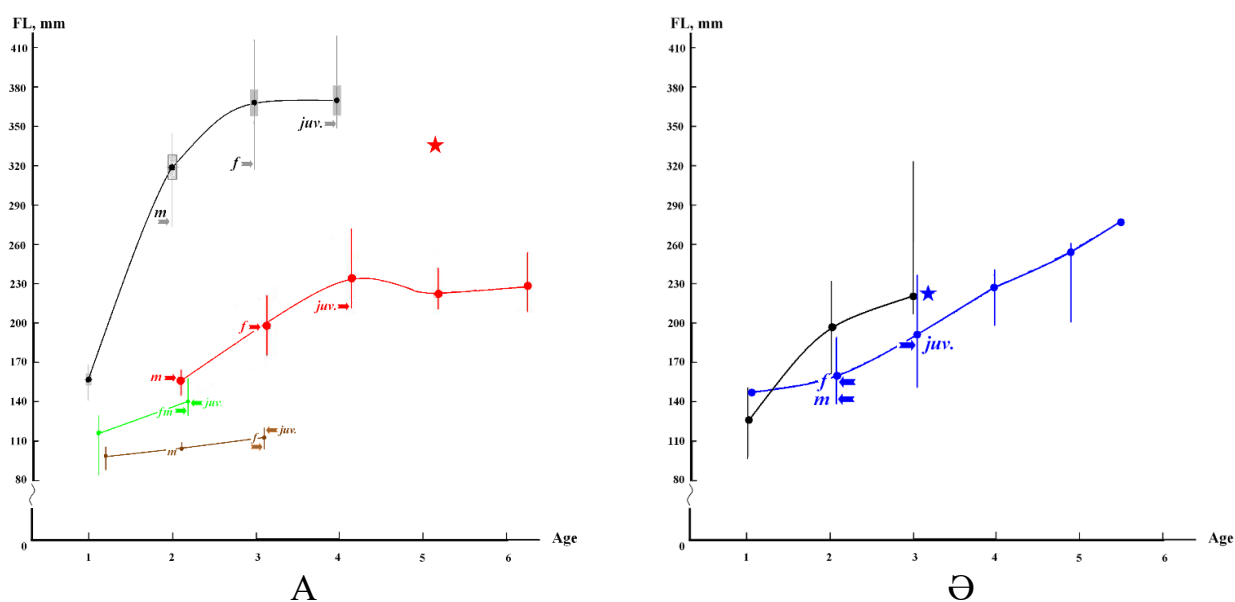
Микижалардың жас және ересек даралары Төменгі Көлсай көлі, Үлкен Қақпақ, Сарытау және Масақ өзендерінде кездесетіндігі анықталды, бұл олардың көбеюге қажетті жағдайлардың болуын көрсетеді. Алғашқы жерсіндірілген балықтармен салыстырғанда [11, 122 б., **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, 82 б.], өсу қарқыны өсірілетін микижалар мен жабайы микижалардан шыққан екі популяцияда да айтарлықтай төмендеген (сурет 12).

Төменгі Көлсай көлі мен Үлкен Қақпақ өзенінің балықтары бірдей жастағы балықтар арасында орташа өсу қарқыны және жеке айырмашылықтар диапазоны ұқсас. Масақ және Сартау өзендеріндегі балықтардың өсуі баяу.

Суреттегі нүктелер орташа мәнді, ал вертикалды сызықтар аралық шекті көрсетеді. Әріптер мен бағыттаушы көрсеткіштер: юв. - m және f аталық және аталық жас дараларының сәйкесінше минималды және максималды ұзындығы мен жасын көрсетеді.

Микижаның мәдени түрі бастапқыда Камчатка өзендерінің жабайы түріне қарағанда жаңа жерсіндірілген жағдайларда жақсы өсті. Қазіргі кезде Төменгі Көлсай көлі мен Үлкен Қақпақ өзенінде микижаның өсуінде айырмашылық жоқ. Қалған қарастырылған барлық өзендерде микижалардың жыныстық жетілуі 2 жастан кем емес.

Төменгі Көлсай көлі мен Сартау өзеніндегі микижалардың аталығы 2 жаста жыныстық жетілсе, ал аналығы сол жаста немесе бір жыл кеш жетіледі. Микижалардың жыныстық жетілудің басталуы мен ұзындығы, жасы мен қоңдылығы арасындағы ешқандай байланыс байқалмады.



Сурет 12 – Табиғи су айдындарындағы микижалардың өсу қарқыны:

А) қызыл сызық – Төменгі Көлсай көлі, жасыл – Масақ өзені, қоңыр – Сартау өзені, қызыл жұлдызша – Қапшағай суқоймасы; Б) көк сызық – Үлкен Қақпақ өзені, көк жұлдызша – Шалкедесу өзені, сұр сызық және төртбұрыш – Төменгі Көлсайдың алғашқы жерсіндірілгендері, қара сызық – Өрікті өзенінің алғашқы жіберілген даралары.

Төменгі Көлсай Көлі, сонымен қатар Үлкен Қақпақ өзеніндегі микижалардың ең жас дараларының жасы мен ұзындығы бірінші жетілгендерге карағанда үлкендеу болды. Сондықтан біз осы салыстырмалы түрде шағын популяцияларда r- және K тіршілік стратегияларын байқай аламыз.

Талқылау және қорытынды

Зерттеу нәтижелері микижаның Көлсай көлдерінде, Шелек және Текес өзендерінің бассейндерінде сәтті бейімделгенін көрсетеді. Текес өзенінің бойында бұл түр көршілес Қытай Халық Республикасының аумағына да енуі мүмкін [189]. Соңғы жылдары Көлсай көлдеріндегі микижа популяциясының жағдайы динамикалық тұрақтанған деп бағаланған [57, 190]. Сондай-ақ, Шелек, Түрген және Есік өзендерінде микижаның табылғандығы туралы деректер бар [56, 133]. Кейінгі 30 жылда Үлкен Қақпақ өзенінде микижа популяциясының таралуы мен жай-күйі туралы мәліметтер жоқ.

Микижа тек Қақпақ өзенінің көптеген аймақтарында саны бойынша басым түр болса, Төменгі және Ортаңғы Көлсай көлдерінің барлық айдынында басымдық көрсетті. Қалған барлық суқоймаларда ол балық қауымдастығында негізгі өкілі болмады. Балқаш бассейні өзендерінің ортаңғы және төменгі бөліктерінде топырақ эрозиясы жоғары лайлылыққа алып келеді және бұл лай ағыстар балықтың уылдырығы мен личинкаларына зиянды болуы мүмкін.

Жергілікті балық түрлері бұған бірнеше рет немесе уылдырық шашудың жалғасуымен бейімделген. Қарқынды әуесқойлық балық аулау да жерсіндірілген микижаның санын шектейтін факторлардың бірі болып табылады.

Жылы суларда микижалардың пайда болуы сирек кездеседі және бұл тереңдікке байланысты температуралық пана немесе сол жерлердегі суық бұлақтардың болуымен түсіндірілуі мүмкін [172, 191]. Мұндай паналар микижаға Масақтың салқын бұлақтарында және Қапшағай суқоймасының терең аймақтарында ұзақ уақыт бойы мекендеуіне мүмкіндік береді [137].

Жоғарғы тау көлдері мен бұлақтарда микижа балығының саны көп болып, өзге балық түрлеріне қатты қысым көрсетеді [192, 193]. Басқа суқоймаларда акклиматизацияның сәтті жүруі жергілікті фауна мен сол суқойманың жағдайына байланысты болады. Жергілікті балық түрлері микижамен бірге мекендеуі мүмкін, егер олардың тіршілік ортасы адам әрекетімен бұзылмаған болса [194]. Сонымен, жергілікті түрлер мен микижалар кешені аңшылық қорығы аймағындағы Масақ өзені ағындарының бір бөлігінде көптеген жылдар бойы тіршілік етіп келеді.

Акклиматизация басталғаннан бері бірнеше жыл ішінде микижа Шарын, Борохудзир, Усек сияқты басқа өзендерді мекендемегені таңқаларлық, себебі мұнда судың физико-химиялық сипаттамалары мен балықтардың жиналуы тұрғысынан жағдайлар өте қолайлы. Микижа албырттар тұқымдасынағы түрлердің бірі болып табылады және өзендегі популяция тығыздығы жоғары болған жағдайда ғана сол бассейннің басқа су айдындарына еніп кетеді [195]. Мүмкін, біз зерттеген су айдындарында басқа балық түрлерінің жеткілікті мөлшерде жақсы дамуы үшін, сондай-ақ олардың жаңа мекендеу орындарын табуға ығыстыратындай микижалардың популяцияларының тығыздығы соншалықты жоғары емес шығар.

Есік және Түрген өзендері мен Төменгі Көлсай көлінде микижа популяциясын қалпына келтіру, әуесқойлық балық аулау және кейде тіпті заңсыз кәсіп жүргізу үшін қарапайым орындар болып табылады [57, 133 б.]. Барлық балық аулаушылар ауланған балықтарды тағамға пайдаланады. Бір кездері жаз уақытында өзеннің 1 шақырымдық қашықтығына 10 балықшыдан тұрғандығы байқалды. Біз сондай-ақ тыйым салынған балық аулау әдістері қолданылған жағдайларды да анықтадық, яғни Төменгі Көлсай көлінде төменгі ағысында пайдаланылған желбезек аулары жатса, ал Түрген өзенінің жоғарғы ағысында хлордың бос пакеттері табылды. Сартау және Үлкен Қақпақ өзендері әуесқой балықшыларды да қызықтыра бастады. Алайда, микижа популяцияларының максималды өмір сүру ұзақтығы жоғарлаған.

Акклиматизациядан кейінгі алғашқы 20 жыл ішінде Шелек өзенінің бассейнінде микижаның 6 жастан асқан бірде-бір даралары табылмаған [12, 84 б.]. 2012-2018 жылдары 10 жастағы микижа балықтары сәйкесінше Ортаңғы және Төменгі Көлсай көлдерінен [57, 139 б.] ауланған. Қақпақ өзенінде бұрын 3 жастан жоғары балықтар кездеспесе [11, 122 б.], қазір 4-6 жас аралығындағы даралары жиі ауланып тұрады.

Британдық Колумбия мен Камчатканың ежелгі микижалар, сонымен қатар Чилиде жерсіндірілген популяциялары мекен ету жағдайларына байланысты тіршілік стратегияларының үлкен өзгергіштігін анықтады [196, 197, 198], авторлар бірнеше экотиптерді анықтады, олардың арасында сыртқы сипаттамалардағы немесе тіршілік стратегиялардағы ең үлкен айырмашылықтар өзен және көл мекендеушілері арасында тұрақты және өтпелі формалары анықталған. Жабайы микижалар өзінің тіршілік стратегияларын мекен ету жағдайларына байланысты өзгертеді, бұл популяциялардың сыртқы түрі мен құрылымына да әсер етеді [172, 1533 б. 198, 40 б.]. Зерттелген су айдындарының салыстырмалы түрде аз мөлшеріне және Балқаш бассейніндегі үлгілердің шағын мөлшеріне қарамастан, біз морфологиялық және биологиялық тұрғыдан әртүрлі үлгілерді байқай аламыз.

Балқаш бассейніндегі микижа өсу қарқыны мен жыныстық жетілу тұрғысынан кем дегенде екі тіршілік стратегияны жүзеге [199] асырады.

Үлкен Какпак сияқты қысқа канал типті өзендерде де жеке даралар өсу қарқыны, мөлшері және жыныстық жетілу жасы бойынша да ерекшеленеді.

Кейбір даралар табиғи ареалмен салыстырғанда жабайы формалардың кез келгеніне қарағанда қысқа ұзындықта, салмақта және ерте жаста жыныстық жетіледі [198, 42 б.].

Зерттеу нәтижелері келесідей қорытындыларды анықтады:

1) Алғашқы жерсіндірілгеннен кейін шамамен 50 жыл ішінде микижа бастапқыда жіберілген өзен бассейндері аумағынан тыс таралмады;

2) Микижалар арасында өсу қарқыны, мөлшері, салмағы және жыныстық жетілу жасындағы үлкен айырмашылықтар популяциялар ішіндегі тіпті шағын суқоймаларда да жүзеге асырылатын әртүрлі тіршілік стратегияларын көрсетеді.

3.2 Балқаш бассейнінің су айдындарындағы микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігі

Біздің зерттеу жұмысымыздың мақсаты – нақты топтық фенотиптік маркерлерді іздеу үшін Балқаш бассейніндегі микижаның жабайы популяцияларындағы және өсірілетін табындарының денесіндегі қара дақтардың пішіні мен орналасуының өзгермелілігін зерттеу болды.

Микижаның 2 жабайы (Қақпақ өзені және Төменгі Көлсай көлі) және 2 мәдени табыны (шығу тегі польшалық және даниялық) зерттелді. Оларда дене түсі бойынша және топтық айырмашылықтар анықталды (кесте 7).

Қақпақ өзенінен ауланған микижа популяциялары мен шығу тегі поляк табындарына тән қасиет – бас жағындағы аздаған ұсақ дақтардың болуымен ерекшеленсе (сурет 13), Төменгі Көлсай көліндегі микижалар мен шығу тегі даниялық микижаларда бастарында көптеген дақтар болды (сурет 14). Даниялық микижа табындарында сирек кездесетін екі морфа бар, яғни біріншісінде басында үлкен дақтар болса (сурет 15), ал екіншісінде үлкен және майда дақтардың үйлесімдері болды.

Кесте 7 – Микижалардың әртүрлі табындарындағы (ересектері) дене түсі фенотиптерінің жиілігі (р) және популяцияішілік әртүрлілік көрсеткішінің (μ) мәндері

Аймақтар	Жағдайы	Популяциялар (табын)			
		Қақпақ өзені, n=15	Төменгі Көлсай көлі, n=13	Даниялық микижа, n=70	Польшалық микижа, n=100
I	Майда дақтар аз	1.000	0	0	1.000
	Майда дақтар көп	0	1.000	0.957	0
	Үлкен дақтар	0	0	0.014	0
	Үлкен және майда дақтар	0	0	0.029	0
	μ	1.000	1.000	1.605	1.000
II	Көптеген майда дақтар	1.000	0.714	1.000	1.000
	Майда және үлкен дақтар	0	0.286	0	0
	μ	1.000	1.904	1.000	1.000
III	Көптеген майда дақтар	0.867	0.714	0.143	1.000
	Үлкен және майда дақтар	0.133	0.286	0.857	0
	μ	1.679	1.904	1.700	1.000
IV	Көптеген майда дақтар	1.000	0.786	0	1.000
	Үлкен және майда дақтар	0	0.214	0.814	0
	Дақтарсыз	0	0	0.186	0
	μ	1.000	1.821	1.778	1.000
V	Көптеген майда дақтар	1.000	1.000	0	1.000
	Құйрық қанатының үстіңгі	0	0	0.271	0
	Құйрық қанатының негізіне	0	0	0.229	0
	Құйрық қанатының негізіне	0	0	0.429	0
	Дақтарсыз	0	0	0.071	0
	μ	1.000	1.000	3.690	1.000

Дененің басынан арқа жүзбе қанатының басталғанға дейін вертикальды бағытта барлық популяцияларда көптеген майда дақтар бар. Қақпақ өзенінен алынған үлгіде, шығу тегі даниялық және польшалық микижа табындарында осы белгі бойынша мономорфты. Төменгі Көлсай көлінен ауланған үлгідегі кейбір өкілдерінде дененің осы бөлігінде үлкен дақтар болды.



Сурет 13 – Қақпақ өзеніндегі микижалардың түстері



Сурет 14 –Төменгі Көлсай көліндегі микижалардың түстері



Сурет 15 – Шығу тегі даниялық микижалардың түстері

Арқа жүзбе қанатынан бастап, құйрық сабақшасы басталғанға дейінгі дене аймағында дақтардың болуы мен пішіні бойынша шығу тегі польшалық микижа (сурет 16) табыны мономорфты болып табылды. Қақпақ өзені мен Төменгі Көлсай көлінен алынған жабайы микижа үлгілерінде басым түс – көптеген ұсақ дақтардың болуы, сонымен қатар майда және үлкен дақтарды біріктіретін өкілдері де кездесті. Микижалардың даниялық табынында ең көп таралған – майда және үлкен дақтарды біріктіретін түстер типі болды.



Сурет 16 – Шығу тегі польшалық микижалардың түстері

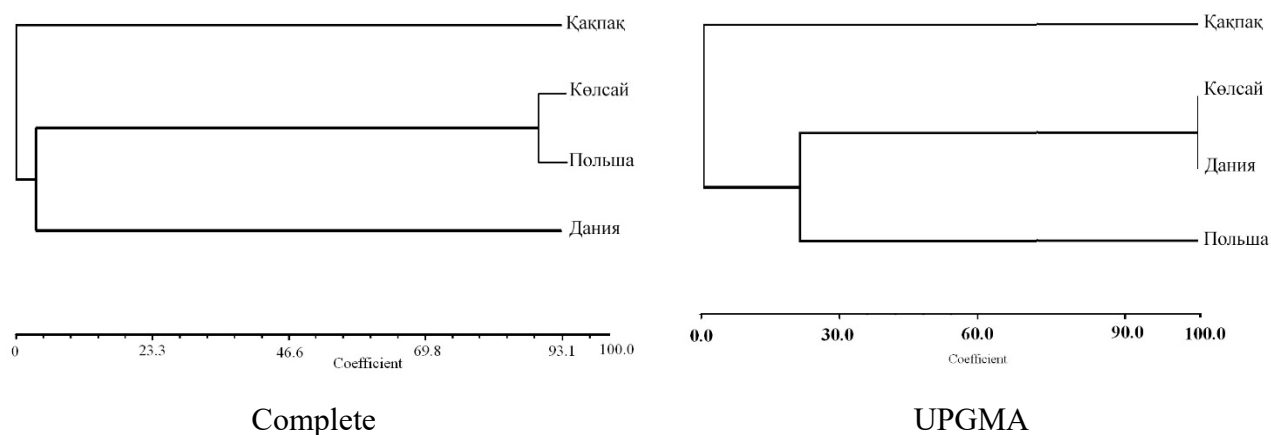
Құйрық сабақшасының түсінің типі бойынша аймақ Қақпақ өзеніндегі микижаның жабайы іріктемелері және шығу тегі польшалық микижа табындары мономорфты болып табылды: барлық балықтар құйрық сабақшасында көптеген майда дақтар бар. Дене түсінің бұл типі Төменгі Көлсай көлінің балықтарында жиі кездеседі, алайда іріктемелердің шамамен 1/5 бөлігінде құйрық сабақшасында майда және үлкен дақтармен үйлеседі. Құйрық сабақшасындағы майда және үлкен дақтар үйлесімі шығу тегі даниялық микижаларға тән, сондай-ақ оның табынында құйрық сабақшасында дақтары жоқ даралары да кездеседі.

Құйрық жүзбе қанатының түсі бойынша шығу тегі даниялық микижа басқа барлық үлгілерден көптеген ұсақ дақтардың болмауымен айқын ерекшеленді. Оның орнына Қақпақ өзені, Төменгі Көлсай көлі және шығу тегі польшалық микижа табындарда кездеспейтін бірнеше басқа түс нұсқалары анықталды. Шығу тегі даниялық микижа құйрық жүзбе қанатында көлденең жолақтар біршама көп кездеседі, сонымен қатар қалақшаларында сирек дақтары бар немесе мүлде жоқ формалар да кездеседі.

Барлық зерттелген үлгілердің ішінде шығу тегі польшалық микижа зерттелетін фендердің күйлерінің өзгермелілігінің толық болмауымен және сәйкесінше популяцияішілік алуантүрлілік көрсеткіштерінің минималды мәндерімен ерекшеленеді. Бұл аздаған өндірушілер санынан ұзақ мерзімді бағытталған селекцияның нәтижесінде туындайтын төмен генетикалық әртүрліліктің нәтижесі болуы мүмкін. Бір жағынан, төмен генетикалық әртүрлілік осы балық қорының негізгі өндірістік көрсеткіштерінің жоғары қайталану мүмкіндігіне кепілдік береді. Десе да, екінші жағынан, мұндай балықтар өсіру жағдайының өзгермелілігінен стресске азырақ төзімді болуы ықтимал.

Түс бойынша ең көп алуантүрлілік шығу тегі даниялық табынында байқалды. Қақпақ өзені мен Төменгі Көлсай көліндегі жабайы микижалардың түрлі-түсті түрлерінің салыстырмалы түрде аз болуы алынған сынама көлемінің аздығынан болуы керек. Төменгі Көлсай көліндегі микижа популяциясына тән белгі – басынан бастап, арқа жүзбе қанатының басталғанға дейінгі аумақта

бүйірлерінде майда және үлкен дақтардың үйлесуі болып табылады. Қақпақ өзеніндегі микижалардың басы, денесінің алдыңғы бөлігі, құйрық сабақшасы және құйрық қанаты шығу тегі польшалық микижалар және Төменгі Көлсай көлінің көптеген дараларымен бірдей түсті болып боялған. Популяциялардың ұқсастық дендрограммалары сурет 17, ал олардың ұқсастық матрицасы кесте 8 ұсынылған.



Сурет 17 – Әртүрлі іріктемелерден алынған микижаның ұқсастық дендрограммасы: сол жағы – толық кешенді талдау негізінде (complete), оң жағы – өлшенбеген жұптық ұқсастық (UPGMA).

Кесте 8 – Популяциялардың ұқсастығын жұппен салыстыру матрицасы r (микижаның сәйкес дене аймақтары үшін мәндер диагональдың үстінде және астында көрсетілген)

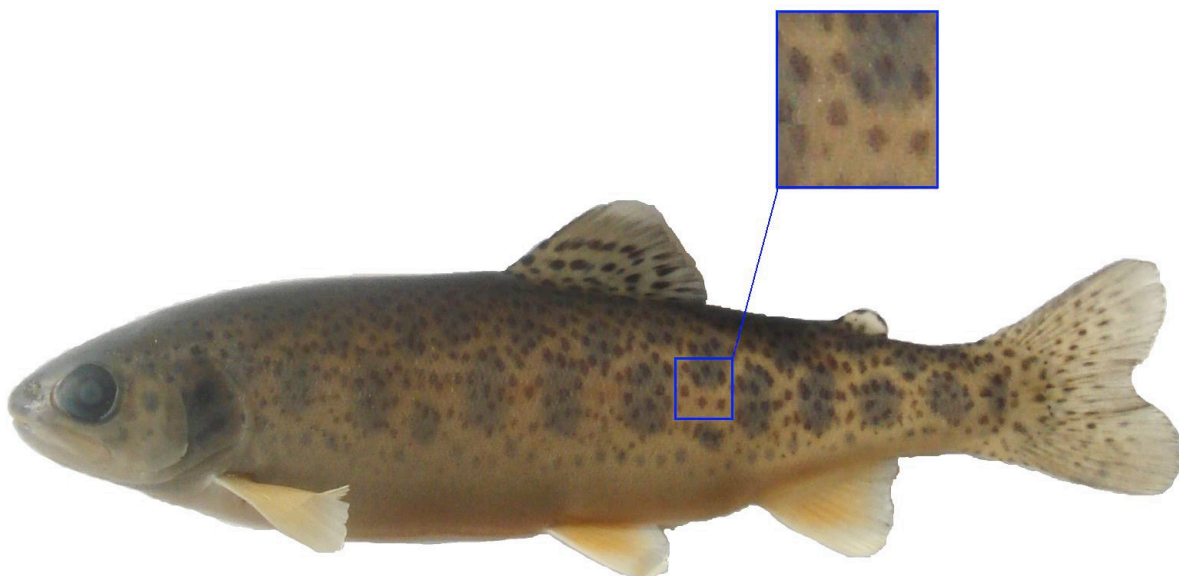
Аймақтар	Популяциялар	Қақпақ өзені	Төменгі Көлсай көлі	Даниялық	Польшалық
III	Қақпақ өзені	1.000	0	0	1.000
	Төменгі Көлсай көлі	0.845	1.000	0.978	0
	Даниялық	1.000	0.845	1.000	0
	Польшалық	1.000	0.845	1.000	1.000
IV\III	Қақпақ өзені	1.000	0.982	0.690	0.931
	Төменгі Көлсай көлі	0.886	1.000	0.814	0.845
	Даниялық	0	0	1.000	0.378
	Польшалық	1.000	0.886	0	1.000
Барлығы бойынша\V	Қақпақ өзені	1.000	1.000	0	1.000
	Төменгі Көлсай көлі	0.053	1.000	0	1.000
	Даниялық	0.118	0.076	1.000	0
	Польшалық	0.041	0.056	0.145	1.000

Сурет 17 келтірілген кластерлік талдау нәтижелері бойынша Қақпақ өзеніндегі микижалардың жеке бөлініп шыққан орнын көрсетті. Төменгі Көлсай көлінің микижасы мәліметтерді біріктірудің таңдалған әдісіне байланысты

шығу тегі польшалық немесе даниялық микижаларға жақынырақ келді. Осылайша, бірегей бояу түрлерінің жоқтығына қарамастан, фендердің жағдайларының жиынтығы бойынша жабайы ата-тектерден шыққан популяция жасанды сұрыптаудан өткен барлық топтардан анық бөлінді.

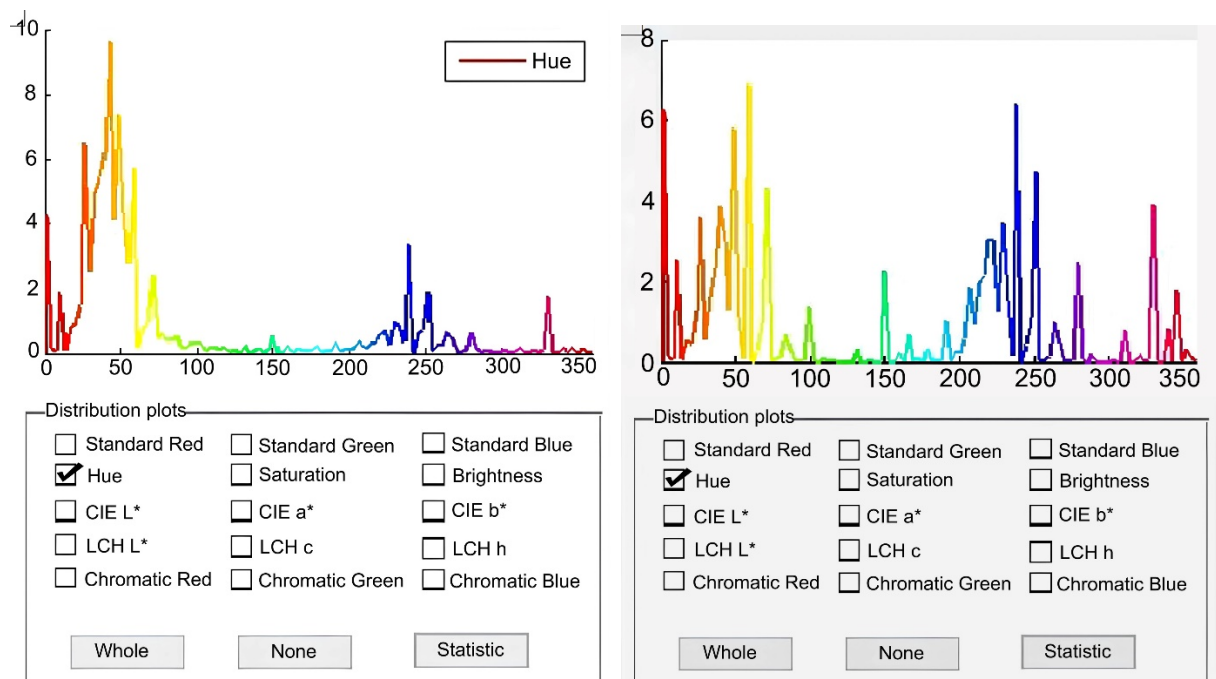
Зерттелген балықтардың жалпы сыртқы көрінісі алдыңғы сипаттамаларға сәйкес келеді [200, 201]. Биік таулы суқоймалары мен ойпатты Масақ бұлақтарындағы микижалар арасында дене түсінің екі айырмашылығы байқалды. Біріншіден, Төменгі Көлсай көлі мен Үлкен Қақпақ өзеніндегі балықтарда х ұқсас майда нүктелер және о ұқсас біршама ірі дақтар болса, ал Масақ бұлақтарындағы микижаларда х ұқсас нүктелер болмады (сурет 18).

Үлкен Қақпақ өзеніндегі балықтар да айқын сарғыш, сонымен қатар көк реңкке ие. Аппараттағы реңнің қанықтылық шегі балықтың түріне байланысты өзгереді, бірақ реңктердің орналасуы әрқашан өзгеріссіз қалады және профильдер анық ерекшеленеді. Мұнда маңызды параметр түс реңкі болып табылады. Масақ бұлақтарындағы микижалар терісінің түсі бір модальды болды, сондықтан режимдердің маңызы репрезентативті болып табылады. Үлкен Қақпақ өзеніндегі микижалардың терісінің түсі мультимодальды, сондықтан да унимодальды кезінде маңызы соншалықты көрнекті емес.



Сурет 18 - Көлсай көліндегі микижаның *O. mykiss* денесіндегі реңдер. Төртбұрышпен белгіленгендер х және о тәрізді нүктелердегі айырмашылықтарды көрсетеді.

Екіншіден, Масақтағы балықтардың терісі, әдетте айқын сарғыш реңкке ие болады (сурет 19).



Сурет 19 - Микижаның тері түсін талдау нәтижелері. Айырмашылықтар көк реңктің мөлшерінде: сол жақта Масақ балығы, оң жақта Үлкен Қақпақ өзеніндегі балық.

Талқылау және қорытынды

Еуропадағы барлық өсірілетін микижаның формалары өзінің бастамасын солтүстік америкалық өндірушілерден алады [200]. Әртүрлі әдеби дереккөздерді талдау негізінде Коттелат М., және Фрейхов Дж. [163] микижалардың Камчаткалық популяциясы мен солтүстік америкалық популяцияларын түрлік тәуелсіздігін жоққа шығармайды. Біздің зерттеулер бойынша алынған деректер [203] осы болжамға сәйкес келеді.

Тері реңінің айырмашылықтары бір жағынан биік таулы өзендерді мекендейтін Үлкен Қақпақ (Камчаткадағы жабайы микижаларадан шыққан) және Төменгі Көлсай көліндегі (Еуропадан өсірілген микижадан шыққан) популяциялар, екінші жағынан Масақ бұлақтарындағы популяциялар (шығу тегі камчаткалық және де еуропалық табындар) арасында анықталды. Камчаткалық жабайы микижалардың терісінің реңдері әлі зерттелмеген.

Колиуэке және басқалары [204] микижаның терісінің көгілдір түсі бойынша арнайы таңдалған дараларына зерттеу жүргізеді және нәтижесінде көк, сары және жасыл реңктері басым үш топты ажыратады. Қызғылт сары реңк сарғыш және жасыл түсті топтарда аз мөлшерде байқалған. Бұл авторлар тері түсінің популяция ішілік өзгергіштігін генетикалық жолмен реттелу керек деп болжайды. Біз тері түсінің түр ішілік өзгергіштігі мен микижаның генетикалық полиморфизмдердің пайда болуы арасындағы байланысты зерттейтін қолайлы ашық деректерді таппадық.

Балық денесіндегі пигментті клеткалар бояуға және оны өзгерту қабілетіне жауап береді. Түсті өзгертудің екі механизмі бар: физиологиялық

өзгеру (хроматофорлардың жылдам қозғалмалы реакциясы) және морфологиялық өзгеру (хроматофорлардың морфологиясы мен тығыздығының өзгеруі) [205]. Морфологиялық түс өзгерістері негізінен балықтардың абиотикалық факторлардың әртүрлі әсер ету жағдайларына ұзақ уақыт бейімделуінен туындайды [206]. Чен және басқалары [207] микижаның хроматофорларының фотоқайтымдылығының онтогенетикалық өзгеруін көрсеткен, мұнда оның жас дараларында (парр) емес, тек ересектерінде (смолт) меланофорлардың фотоқайтымдылығы анықталған. Смолттар үшін жарықтан туындаған түстің өзгеруі олардың әртүрлі қоршаған орта жағдайларына бейімделуіне ықпал етеді. Демек, Масақ ағындарында микижа терісіндегі х белгілерінің болмауы, бұл жаңа қоршаған орта жағдайларындағы онтогенетикалық өзгерістерден туындауы мүмкін.

Жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сәйкес келесідей тұжырымдар анықталды:

1) Қақпақ өзеніндегі микижа популяциясы Балқаш бассейніндегі басқа табындардан фенотиптік оқшауланады;

2) Төменгі Көлсай көлінен шыққан және шығу тегі даниялық микижалар табынының үлкен ұқсастығы анықталды;

3) Шығу тегі польшалық және даниялық микижа табындары арасында айтарлықтай айырмашылықтар бар;

4) Шығу тегі польшалық микижа табынында зерттелген фен жағдайларының өзгергіштігі болмады;

5) Шелек өзенінің төменгі ағысындағы (Масақ жылғасы) микижа таулы аймақтардағы микижалардан денесінің түсі бойынша ерекшеленеді.

3.3 Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының биоморфологиялық көрсеткіштері

Қазіргі уақытта елімізде микижаны коммерциялық өсіруге арналған барлық отырғызу материалдары шетелден келеді. Соңғы жылдары Алматы облысында балықтың бұл түрін өсірумен айналысатын шаруа қожалықтарының саны қарқынды түрде артып келеді. Балықтардың биологиялық өзгергіштігі басқа жануарлар таксондарының көпшілігіне қарағанда өмір сүру жағдайларына көбірек байланысты екені белгілі. Сондықтан Балқаш бассейнінің экологиялық жағдайында микижаның әртүрлі табындарының балық өсіру ерекшеліктерін салыстыру басты міндет болып табылады. Біздің зерттеуіміздің мақсаты жергілікті жағдайларда еуропалық микижа табындарын өсірудің ерекшеліктерін бағалау үшін Польша мен Даниядан ұрықтандырылған уылдырықтарын алынған микижалардың биоморфологиялық сипаттамаларын зерттеу болды.

Біз Dabie фермасы (Польша) және Aquasearch OVA фермасынан (Дания) алынған ұрықтандырылған уылдырықтардан өсірілген Есік өзенінде орналасқан «ТМТgroup» бахтақ шаруашылығында тауарлық массаға жеткен – 7 айлық кезеңдегі микижаларды зерттедік.

Даниялық микижаның жалпы көрінісі: басы салыстырмалы түрде кішкентай, құйрық сабақшасы мен құйрық қанатының қалақшалары да үлкен емес. Бұл ұзақ мерзімді мақсатты селекцияның нәтижесі болып табылады және балықтың тұтынушылық құндылығын арттырады [208, 209]. Польшалық микижалардың басы үлкен және құйрық сабақшасы мен құйрық қанатының қалақшалары да салыстырмалы түрде үлкен.

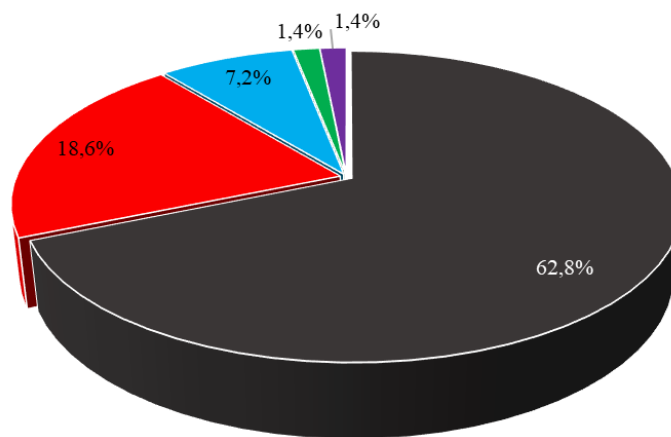
Екі табындағы балықтар сыртқы түрі бойынша аз ерекшеленеді. Жота түсі қара, бүйірі сұр немесе жасыл-сұр түсті, ал құрсағы ашық күміс түсті болып келді. Зерттелген балықтарда бүйірінде микижаға тән көлденең қызғылт жолақ жиі байқалады. Көптеген қара дақтар немесе нүктелі таңбалар дененің бүйірлерінде, арқа жағында және басында шашыраңқы орналасқан. Даниялық микижаларда 3 фенотиптік топ анықталды (сурет 20): басындағы сирек ірі дақтармен - 2%, үлкен және кішкентай дақтармен - 3% және ұсақ дақтармен - 95%.

Тауарлық мөлшерге жеткен барлық балықтардың денесінің алдыңғы бөлігінде (арқа және құрсақ қанаттары арқылы шартты түрде вертикальды қимасы) үлкен қара дақтар болған жоқ.



Сурет 20 – Шығу тегі даниялық микижаның 3 фенотиптік топтарының қатынасы, %

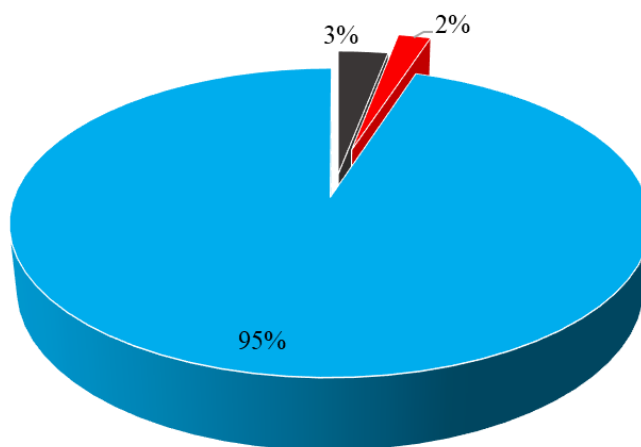
Дене аймағының алдыңғы бөлімі мен құйрық сабақшасы аралығында, балықтардың шамамен 86% -ында майда және үлкен дақтардың араласуы байқалса, ал қалған балықтардың үлесінде тек майда дақтар ғана кездесті. Барлық зерттелген балықтар ұрықтандырылған жұмыртқалардың бір партиясынан және бірдей жағдайларда өсірілгендіктен, түстердің байқалған айырмашылықтары жеке даралар арасындағы генетикалық айырмашылықтарға байланысты болуы мүмкін. Құйрық сабақшасында түстердің бірнеше түрі байқалды: 3 үлкен дақ балықтардың 63,8%-да, 2 үлкен дақ 18,6% -да, көптеген ұсақ дақтар - 7,2% -да, 1 үлкен дақ және құйрық сабақшасы ешқандай дақтарсыз - 1,4% -дан анықталды (сурет 21).



■ 3 үлкен дақ ■ Көптеген ұсақ дақтар ■ 2 үлкен дақ ■ 1 үлкен дақ ■ дақтарсыз

Сурет 21 – Шығу тегі даниялық микижаның құйрық сабақшасындағы түстер бойынша қатынасы, %

Шығу тегі польшалық микижаларда фенотипі бойынша шамамен бірдей үш топ сол арақатынаста ерекшеленді: бас жағында сирек кездесетін үлкен дақтармен - 3%, үлкен және ұсақ дақтармен - 2% және ұсақ дақты дақтармен - 95% кездесті (сурет 22).



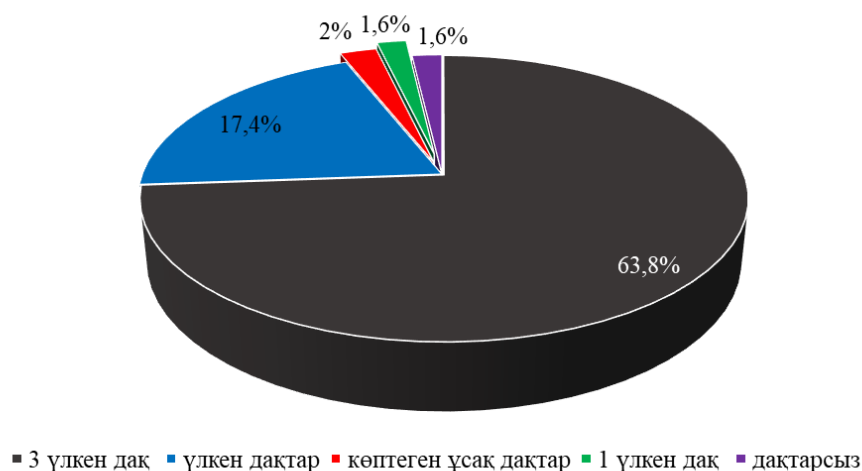
■ басындағы сирек ірі дақтармен ■ үлкен және кішкентай дақтармен
■ ұсақ дақтармен

Сурет 22 – Шығу тегі польшалық микижаның 3 фенотиптік топтарының қатынасы, %

Алдыңғы бөлімі мен құйрық сабақшасының арасында орналасқан дене аймағында балықтардың шамамен 90%-ында ұсақ және үлкен дақтардың араласу үйлесімі болса, ал қалған балықтарда тек кішкентай дақтар ғана болды.

Құйрық сабақшасында бояудың бірнеше түрі байқалды: 3 үлкен дақ балықтардың 63,8%-да, үлкен дақтар 17,4%-да, көптеген ұсақ дақтар

балықтардың 2-еуінде кездессе, үлкен дақ және құйрық сабақшасы ешқандай дақтарсыз зерттелгендердің 1,6%-да тіркелді (сурет 23).



Сурет 23 – Шығу тегі польшалық микижаның құйрық сабақшасындағы түстер бойынша қатынасы, %

Дақтардың орналасуында әлсіз айырмашылықтар байқалады: польшалық микижа табынының бүйірлерінде үлкен дақтар басынан құйрық қанатына дейін орналасады, арқа жүзбе қанатында ұсақ дақтар болады. Ал даниялық микижа табынында үлкен дақтар денесінің артқы жағында болса, арқа жүзбе қанатында дақтар көлденең жолаққа біріктіріліп кеткен (сурет 24).



Польшалық микижа



Даниялық микижа

Сурет 24 – Әртүрлі табындағы микижалардың сыртқы реңдері

Түрдің биологиялық ерекшеліктеріне байланысты микижа өсу қарқынында популяция ішінде айтарлықтай айырмашылықтарға ие. Сондықтан дұрыс қорытындылар алу үшін сәйкес өлшем топтары арасында салыстырулар жүргізу қажет. Табындардың биоморфологиялық көрсеткіштері 9 және 10 кестелерде келтірілген.

Әртүрлі көлемдердегі өсу жағдайларының ұқсастығына қарамастан, олардан алынған үлгілер салыстырған көрсеткіштер бойынша көпшілігінде біршама айырмашылықтар байқалды: барлық үлгілер ұзындығы мен салмағы бойынша айтарлықтай ерекшеленді.

Кесте 9 – Польшалық табындағы микижаның биоморфологиялық көрсеткіштері

Белгілер	1 көлем					2 көлем					3 көлем					Tst		
	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV	1-2	1-3	2-3
Абсолютті мәндер																		
TL, см	19,5	23	21	1,28	6,1	16	19,3	17,9	1,05	5,89	25	31	27,5	21,68	6,13	7,62*	11,83*	19,21*
SL, см	16,5	19,5	18	1,08	5,97	14	17	15,3	0,96	6,27	21	26,5	23,2	1,46	6,29	7,69*	11,09*	18,08*
G, г	80	145	109,3	19,17	17,53	55	80	66,39	9,67	14,57	200	390	273,67	59,95	21,91	7,88*	10,11*	13,24*
Коэффициенттер																		
Fulton	1,5	2,45	1,86	0,24	12,89	1,63	2,01	1,86	0,12	6,9	1,93	2,79	2,16	0,27	12,66	0,07	3,22**	3,99*
H - SL % қатынасы	21,2	29,7	27,2	2,17	7,99	25	31,03	27,56	2,12	7,68	25,7	31,7	28,3	1,7	9,84	0,46	1,54	1,14
h - SL % қатынасы	9,2	12,1	10,8	0,78	7,29	1,55	2,99	1,66	0,77	9,93	9,1	13	11,8	1,02	8,66	0,44	3,12**	2,87**
*-p<0,001; **-p<0,01; -p<0,05																		

Кесте 10 – Даниялық табындағы микижаның биоморфологиялық көрсеткіштері

Белгілер	1 іріктеме					2 іріктеме					3 іріктеме				
	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV	min	max	M	±s	CV
Абсолютті мәндер															
TL, мм	210	275	245,8	18	7,33	90	114	96,7	5,5	5,68	114	131	121,5	4,77	3,93
SL, мм	190	250	218,3	17,38	7,96	76	105	87,3	6,26	7,17	95	122	108,2	7,91	7,31
G, г	110	162	137,7	17,05	12,38	8	22	11,2	2,78	24,67	12	28	22	5,09	23,18
Көэффициенттер															
Fulton	1,11	1,99	1,01	0,99	8,82	1,25	2,25	1,25	0,1	8,56	1,12	2,85	1,3	0,22	17,09
H - SL % қатынасы	20,1	29,15	23,86	4,71	19,74	23,8	29,78	26,36	1,47	5,61	21,1	28,22	25,92	1,76	6,82
h - SL % қатынасы	7,2	10,4	9,57	3,23	31,04	10,11	21,22	12,55	3,59	28,67	9,12	12,23	10,44	0,61	5,93
*-p<0,001; **-p<0,01; ***-p<0,05															

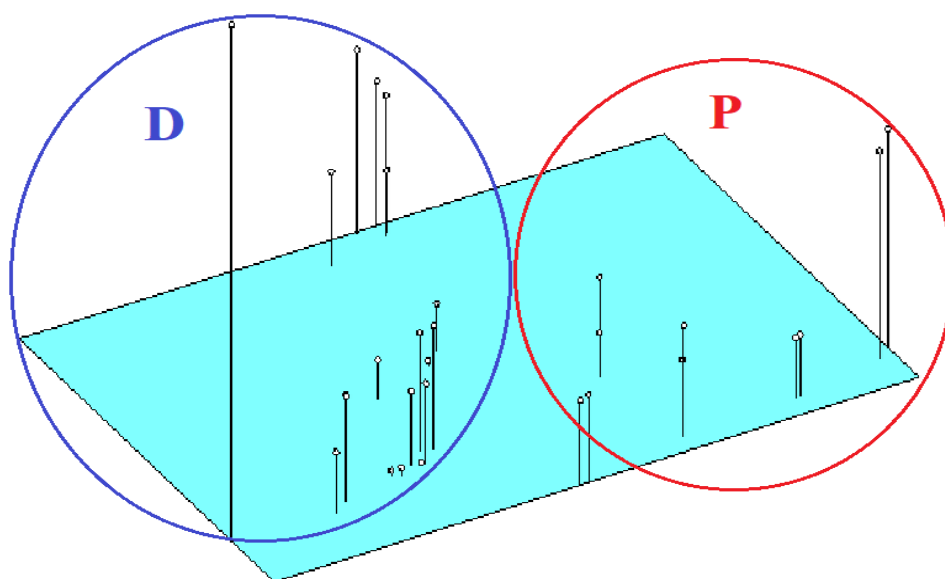
кесте 10 жалғасы

Белгілер	4 іріктеме					Tst					
	min	max	M	±s	CV	1-2	1-3	1-4	2-3	2-4	3-4
Абсолютті мәндер											
TL, мм	160	217	177,3	15,55	8,77	42,72*	35,4*	14,84*	14,58*	23,37*	16,07*
SL, мм	139	190	157,9	14,11	8,94	38,03*	29,15*	13,95*	8,56*	21,84*	13,87*
G, г	51	113	67,8	16,95	24,99	122,52*	52,42*	22,25*	7,43*	15,79*	12,16*
Көэффициенттер											
Fulton	1,1	1,5	1,22	0,11	9,33	0,1	4,97*	8,85*	0,92	0,62	0,58
H - SL % қатынасы	24,52	29,55	26,57	1,15	4,34	24,00*	24,02*	23,97*	0,67	0,55	1,02
h - SL % қатынасы	9,12	14,54	10,76	1,24	11,52	14,95*	14,39	15,34*	2,73**	2,31***	0,9
*-p<0,001; **-p<0,01; ***-p<0,05											

Мұнда ең жақсы көрсеткіштер ең нашарынан 2 есе жоғары болды. 1 және 2-ші үлгідегі балықтардың дене формасы ұзартылған болып, сәйкесінше қоңдылығы жағынан бір-бірінен айтарлықтай айырмашылықтар болмады.

ANOVA тесті екі табынның ұзындық көрсеткіштері бойынша айтарлықтай айырмашылықтарды анықтаған жоқ ($F_{st} = 0,026$, $p > 0,95$) Көпөлшемді талдау нәтижелері сурет 25 ұсынылған.

Негізгі биологиялық сипаттамалары бойынша басты анализдер компонентіне сәйкес бірінші компонентте біршама оң жүктеме дене салмағына түссе, екінші компонентте дене биіктігіне көрсетті, себебі аталған белгілер польшалық микижаларда салыстырмалы түрде біршама жоғары болды. Ал үшінші компонентте жоғары қоңдылық мәнімен біршама теріс жүктеме даниялық микижаларға түсті (кесте 11).



Сурет 25 – Әртүрлі табындағы микижа дараларының 1-3 басты компоненттері бойынша кеңістікте орналасуы (сәйкес варианттар жойылған):

D – даниялық, P – польшалық.

Кесте 11 – Екі мәдени табындағы микижалардың белгілеріне басты компоненттер жүктемелері

Белгілер	Басты компоненттер		
	PC1	PC2	PC3
SL	0.5303	0.3412	0.4063
Q	0.6301	-0.2136	0.2405
Fulton	0.2426	0.2527	-0.6369
H	0.1002	0.6500	0.1566
h	0.4979	0.0993	-0.8519

Талқылау және қорытынды

Алынған мәліметтер шығу тегі польшалық және даниялық жыныстық жетілмеген микижа табындары арасындағы негізгі биоморфологиялық сипаттамалары бойынша айырмашылыққа ең көп әсер ететін дене биіктігі, жалпы салмағы және қондылық көрсеткіштерімен байланысты екенін көрсетті. Балық өсіру шаруашылығы тұрғыда ұзын денелі балықтар біршама құнды болып келеді.

Жалпы алғанда, даниялық микижаның өсу қарқыны бойынша біршама артықшылығы болса, ал польшалық табындардың өміршеңдік деңгейі салыстырмалы түрде жоғары болды.

Табиғи суқоймаларға қарағанда тауарлы шаруашылық жағдайында өсірілетін барлық балықтар судың ағыс жылдамдығы, қоректің қолжетімділігі мен құндылығы және т.б. бойынша бірдей, яғни тең жағдайда болады. Демек, дене формасындағы топ ішіндегі өзгергіштіктің артуы басқа факторларға байланысты болуы керек. Қоршаған орта жағдайлары да, экотиптік айырмашылықтар да морфологиядағы вариацияның елеулі бөлігін құрайды [210]. Алайда, экотиптік әсерлердің ішінде морфологиялық вариация қоршаған орта жағдайларына қарағанда, әлдеқайда үлкен үлесті құрайды [211]. Салыстырылатын табындар үшін мұндай факторлар генетикалық және комбинациялық өзгергіштік болуы мүмкін. Жабайы популяциялармен салыстырғанда өсірілетін балықтарда барлық зерттелетін көрсеткіштердің өзгергіштігі өте жоғары деңгейде, бұл селекцияның жоқтығымен және табынның жоғары бейімділік потенциалымен байланысты [212]. Зерттелген микижа табындарындағы алынған өсу қарқыны көрсеткіштері Еуропаның көптеген балық өсіру шаруашылықтарымен бірдей деңгейде екендігін сипаттады [213, **Ошибка! Источник ссылки не найден.**].

Сонымен, Есік өзені бойынша шаруашылықта өсірілген микижаның екі мәдени табынының жағдайы қанағаттанарлық деп бағаланды. Негізгі биоморфологиялық көрсеткіштер бойынша жүргізілген салыстырмалы анализге сәйкес даниялық микижаның өсу қарқыны кейбір артықшылықтарға ие болса, ал польшалық балықтардың өміршеңдік деңгейі біршама жоғары болды.

3.4 Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары мен мәдени табындарының морфологиялық сипаттамалары

3.4.1 Зерттелген микижаның морфологиялық көрсеткіштері

3.4.1.1 Үлкен Қақпақ өзеніне жерсіндірілген камчат микижасының морфологиялық сипаттамалары

2022 жылы Қақпақ өзенінен толық ұзындығы 146-280 мм, салмағы 34-349 г аралығында ауытқитын микижаның 14 данасы ауланып, олардың морфологиялық өлшемдері алынды. Зерттелген даралардың Фультон бойынша қондылық мәндері 1,74-2,56 аралығында болса, орташа 2,11 индексті құрады.

Пластикалық белгілерін (кесте 12) «Рыбы Казахстана» [11, 122 б.] мәліметтерімен салыстыру кезінде айтарлықтай айырмашылықтар байқалмады. Алайда, мұнда пластикалық белгілердің корреляциясы Смит ұзындығы

бойынша жүргізілген, ал біздің есептеулер қазіргі кезде пайдаланылатын стандартты дене ұзындығы қатынасында пропорцияланып жасалынды. Сондықтан да, белгілердің корреляцияланған мәндерінің ауытқуы болғанымен, негізгі өлшемдері сәйкес келетіні анық. Сонымен қатар, краниальды бөлімінің (басы) өлшемдері әдебиеттерде дене ұзындығы қатынасында жасалған, бұл да салыстыруға кедергі келтірді.

Меристикалық белгілері бойынша бүйір сызығындағы қабыршақтар саны 125-169, орташа $146,3 \pm 12,14$ болды. Бұл мәндер Камчаткадағы микижаның өтпелі ($126,2 \pm 1,26$) және тұрақты ($127,4 \pm 0,58$) формаларынан біршама жоғары болды. Сондай-ақ, аналь және арқа жүзбе қанатының тармақталған сәулелер саны жерсіндірілген кездегі мәліметпен салыстырғанда орташа мәні 1-2 диапазонға жоғары болды. Ал бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны, омыртқаларының саны, пилорикалық өсінділер санының ауытқуы керісінше қазіргі уақытта біршама азайған.

Кесте 12 – Үлкен Қақпақ өзеніндегі микижаның ($n=14$) морфометриялық көрсеткіштері, (2022 жыл)

Белгілері	min	max	M	$\pm m$	σ	CV	$M \pm m$ [11]
TL, мм	146	280	202,0	35,57	43,4	21,5	-
SML, мм	140	273	195,1	35,66	42,9	22,0	-
SL, мм	125	239	170,7	29,92	36,2	21,2	-
Q, г	34,02	349	135,3	76,82	100,8	74,5	-
q, г	28,53	280	115,2	64,51	81,9	71,1	-
Fulton	1,74	2,56	2,11	0,15	0,2	10,3	-
<i>пластикалық белгілері дене (LS) ұзындығына қатынасы %</i>							
aD	48,2	54,1	51,8	0,93	1,4	2,7	$47,0 \pm 0,43$
aP	21,2	26,3	23,8	1,20	1,5	6,2	-
aV	52,4	57,7	55,2	1,25	1,5	2,7	$50,0 \pm 0,74$
aA	75,9	81,1	78,3	1,02	1,4	1,7	$67,5 \pm 0,35$
PV	29,5	36,5	33,5	1,61	2,0	5,9	-
VA	24,0	26,8	25,6	0,67	0,8	3,3	-
ca	11,2	15,9	13,1	1,10	1,4	10,8	$18,1 \pm 0,29$
c	23,9	27,3	25,7	0,73	0,9	3,6	
H	22,4	29,1	26,8	1,40	1,9	7,1	$21,6 \pm 0,22$
hca	12,0	15,1	13,7	0,55	0,8	5,6	-
h	10,4	13,0	11,7	0,60	0,7	6,3	$9,4 \pm 0,16$
ID	13,6	16,3	15,4	0,62	0,8	5,2	$11,9 \pm 0,21$
hD	15,1	18,0	16,8	0,63	0,8	4,9	$11,1 \pm 0,10$
lA	10,7	13,1	11,8	0,66	0,8	6,8	$9,6 \pm 0,15$
hA	12,6	15,2	14,1	0,65	0,8	5,7	$11,9 \pm 0,20$
IP	15,2	18,7	16,8	0,59	0,9	5,2	$14,2 \pm 0,17$
IV	11,6	15,3	13,6	0,73	0,9	7,0	$11,3 \pm 0,10$

кесте 12 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV	M±m [11]
Cs	14,7	22,0	19,6	1,56	2,0	10,1	-
Ci	17,0	22,7	20,6	1,02	1,4	7,0	-
Cm	10,2	17,3	14,8	1,01	1,6	10,8	-
aF	81,9	87,9	84,7	1,19	1,5	1,8	-
lF	1,0	3,5	2,9	0,38	0,6	21,6	-
hF	5,1	9,2	7,5	0,68	1,0	13,8	-
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>							
hco	46,3	58,7	53,1	2,63	3,4	6,5	-
hc	64,2	77,8	70,8	3,77	4,4	6,2	-
io	34,1	42,9	38,0	1,88	2,4	6,3	-
ao	19,5	32,1	27,0	2,24	3,2	11,9	-
o	16,9	27,8	21,2	2,05	2,8	13,4	-
op	56,1	62,9	58,5	1,25	1,7	2,9	-
lmx	45,5	55,4	50,7	2,45	2,9	5,6	-
lmd	31,4	38,9	35,4	2,02	2,4	6,8	-
hmx	9,4	13,9	11,5	0,92	1,2	10,4	-
md	39,5	50,8	45,2	2,84	3,5	7,8	-
cmd	12,2	19,4	15,4	1,87	2,3	14,8	-
<i>меристикалық белгілері</i>							
cop	3	7	5,3	0,92	1,1	21,7	-
cio	6	11	7,8	1,08	1,4	18,4	-
ctm	3	10	6,5	2,83	3,3	50,3	-
ll	125	169	146,3	12,14	14,1	9,7	-
llca	7	8	7,9	0,13	0,3	3,4	-
Dr	1	2	1,9	0,24	0,4	19,6	-
Ds	10	12	10,4	0,55	0,6	6,2	9,0±0,09
Ar	1	2	1,1	0,24	0,4	31,8	-
As	8	12	10,1	0,65	1,0	10,1	8,9±0,12
Pr	1	1	1,0	0,00	0,0	0,0	-
Ps	12	15	12,6	0,92	1,2	9,1	13,0±0,18
Vr	1	1	1,0	0,00	0,0	0,0	-
Vs	9	10	9,2	0,34	0,4	4,6	-
Spbr	13	22	17,2	1,59	2,4	13,7	19,1±0,16
Vert	53	65	57,6	2,60	3,5	6,1	62,6±0,14
пилорика	17	46	39,9	5,09	8,7	21,9	44,3±1,21

Үлкен Қақпақ өзенінен ауланған микижаның аналықтары (n=8) мен аталықтарының (n=6) морфометриялық көрсеткіштері кесте 13 және 14 ұсынылған.

Кесте 13 – Үлкен Қақпақ өзенінен ауланған микижаның аналықтарының (n=8) морфометриялық көрсеткіштері, 2022 жыл

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	160	277	200,8	34,19	42,3	21,1
SML, мм	155	270	195,0	35,50	42,7	21,9
SL, мм	136	231	170,4	29,72	35,7	21,0
Q, г	55,75	268	143,4	66,04	91,7	64,0
q, г	47,85	227	123,0	56,92	77,6	63,1
Fulton	2,03	2,20	2,12	0,06	0,1	3,5
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	48,2	54,1	51,8	1,09	1,7	3,3
aP	21,2	25,4	23,7	1,20	1,5	6,5
aV	52,4	56,3	54,7	1,34	1,5	2,8
aA	75,9	81,1	78,1	1,37	1,7	2,2
PV	29,5	35,8	32,8	1,56	2,1	6,4
VA	24,5	26,8	25,7	0,55	0,8	3,0
ca	11,2	15,7	13,0	1,04	1,4	10,5
c	24,7	26,8	25,6	0,45	0,6	2,5
H	23,9	29,1	26,7	1,18	1,6	6,0
hca	13,2	14,2	13,8	0,22	0,3	2,3
h	10,8	12,2	11,6	0,41	0,5	4,3
ID	14,5	16,2	15,4	0,45	0,6	3,9
hD	15,1	17,7	16,8	0,72	1,0	5,7
IA	11,0	13,0	11,9	0,60	0,8	6,4
hA	12,6	15,2	14,0	0,57	0,8	5,8
IP	15,4	18,7	16,9	0,67	1,0	5,9
IV	11,6	15,3	13,7	0,81	1,1	8,3
Cs	14,7	21,1	19,3	1,46	2,1	10,9
Ci	19,3	21,7	20,6	0,58	0,8	3,8
Cm	10,2	17,3	14,7	1,39	2,1	14,4
aF	81,9	87,9	84,8	1,47	1,9	2,2
IF	1,0	3,5	2,8	0,52	0,8	28,6
hF	5,1	8,1	7,2	0,68	1,0	13,8
<i>басының (c) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	46,3	56,3	52,4	2,17	3,0	5,7
hc	65,7	76,3	71,3	3,33	3,9	5,5
io	34,1	40,0	37,6	1,58	2,0	5,4
ao	19,5	32,1	25,7	2,44	3,6	14,1
o	16,9	24,4	20,9	1,56	2,2	10,6
op	56,1	62,9	58,8	1,73	2,2	3,8
Imx	47,9	55,4	51,0	2,56	2,9	5,6

кесте 13 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
lmd	31,4	37,3	34,4	2,23	2,5	7,2
hmx	10,2	13,2	11,6	0,80	1,0	8,7
md	40,5	50,0	44,8	2,58	3,1	7,0
cmd	12,2	17,1	15,3	1,48	1,9	12,6
<i>меристикалық белгілері</i>						
cop	3	7	5,4	0,94	1,3	23,4
cio	6	11	7,7	1,39	1,8	23,3
ctm	3	10	5,8	2,56	3,1	53,7
ll	128	165	148,0	10,75	13,3	9,0
llca	8	8	8,0			
Dr	1	2	1,9	0,22	0,4	18,9
Ds	10	11	10,4	0,47	0,5	5,0
Ar	1	2	1,3	0,38	0,5	37,0
As	8	12	10,1	0,69	1,1	11,1
Pr	1	1	1,0			
Ps	12	15	12,8	1,13	1,4	10,9
Vr	1	1	1,0			
Vs	9	10	9,3	0,38	0,5	5,0
Spbr	14	22	17,4	1,81	2,6	14,7
Vert	53	65	58,3	3,38	5,0	8,6
пилорика	17	46	37,0	10,00	13,4	36,3

Кесте 14 – Үлкен Қақпақ өзенінен ауланған микижаның аталықтарының (n=6) морфометриялық көрсеткіштері, 2022 жыл

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	146	280	198,1	35,35	46,9	23,7
SML, мм	140	273	190,0	33,71	45,3	23,8
SL, мм	125	239	166,7	28,45	38,6	23,2
Q, г	34,02	349	119,3	76,51	108,4	90,9
q, г	28,53	280	101,1	63,21	86,8	85,9
Fulton	1,74	2,56	2,11	0,19	0,3	12,5
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	50,9	53,6	51,7	0,62	0,9	1,8
aP	22,4	26,3	24,2	1,15	1,4	5,8
aV	54,3	57,7	55,6	1,15	1,3	2,4
aA	77,1	80,0	78,3	0,64	0,9	1,2
PV	32,0	36,5	34,0	1,31	1,7	4,8
VA	24,0	26,3	25,5	0,69	0,9	3,5

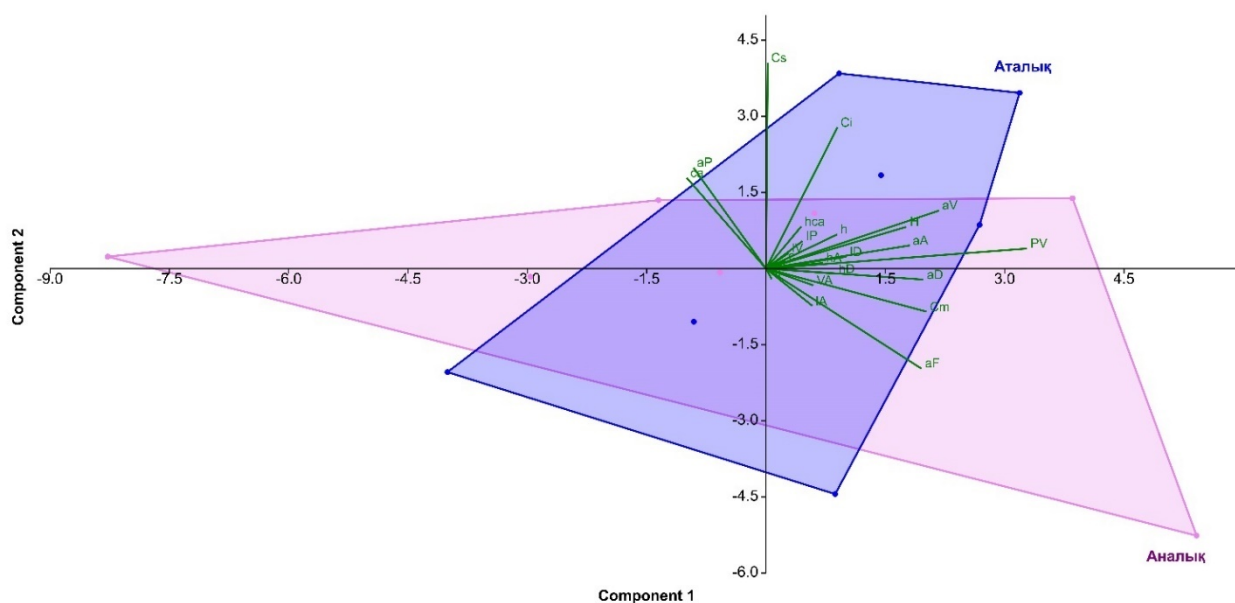
кесте 14 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
ca	11,5	15,9	13,2	1,07	1,5	11,1
c	23,9	27,3	25,8	1,03	1,2	4,7
H	22,4	28,9	26,9	1,45	2,2	8,0
hca	12,0	15,1	13,5	0,77	1,0	7,7
h	10,4	13,0	11,7	0,77	0,9	8,1
ID	13,6	16,3	15,4	0,77	1,0	6,4
hD	16,0	18,0	16,8	0,50	0,7	3,9
IA	10,7	13,1	11,9	0,76	0,9	7,8
hA	13,2	15,2	14,3	0,57	0,8	5,3
IP	15,2	17,2	16,7	0,48	0,7	4,2
IV	12,7	14,5	13,3	0,51	0,7	4,9
Cs	17,0	22,0	19,9	1,44	1,8	8,9
Ci	17,0	22,7	20,4	1,47	1,9	9,5
Cm	14,4	15,9	15,2	0,45	0,6	3,8
aF	83,2	86,4	84,9	0,94	1,2	1,4
IF	2,6	3,4	3,0	0,20	0,3	9,2
hF	6,7	9,2	7,9	0,71	0,9	11,6
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	49,1	58,7	53,5	3,15	3,8	7,2
hc	64,2	77,8	69,5	3,97	5,1	7,3
io	36,4	42,9	38,8	2,29	2,7	6,9
ao	22,9	30,6	27,9	1,81	2,6	9,2
o	17,5	27,8	21,4	2,50	3,4	16,1
op	57,1	62,9	58,8	1,26	1,9	3,3
lmx	45,5	54,0	50,0	2,17	2,9	5,7
lmd	31,4	38,9	35,9	1,84	2,5	7,0
hmx	9,4	13,9	11,4	0,92	1,4	12,1
md	39,5	50,8	45,3	2,96	4,0	8,9
cmd	12,7	19,4	15,7	2,28	2,7	17,3
<i>меристикалық белгілері</i>						
cop	3	6	4,7	1,00	1,2	26,0
cio	6	9	7,5	0,83	1,0	14,0
ctm	5	10	7,5	2,50	3,5	47,1
ll	125	169	147,0	14,29	16,7	11,4
llca	7	8	7,9	0,24	0,4	4,8
Dr	1	2	1,9	0,24	0,4	20,4
Ds	10	12	10,4	0,61	0,8	7,5
Ar	1	1	1,0	-	-	-
As	9	12	10,1	0,53	0,9	8,9

кесте 14 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
Pr	1	1	1,0	-	-	-
Ps	12	14	12,4	0,61	0,8	6,3
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	9	10	9,1	0,24	0,4	4,1
Spbr	13	20	16,7	1,55	2,2	13,3
Vert	54	60	57,3	1,96	2,4	4,1
пилорика	40	46	42,8	1,50	2,0	4,8

Жүргізілген талдаулар бойынша Қақпақ өзенінен ауланған микижалардың аналықтары мен аталықтарының меристикалық белгілерінде айырмашылықтар болмады. 21 пластикалық белгілеріне жүргізілген басты анализдер статистикалық талдау нәтижесінде микижалардың жынысына сәйкес кеңістіктегі орналасуы бірдей болғанымен (сурет 25), бастапқы 3 компоненттерінде (РС) кейбір белгілерінен айырмашылықтарды айқындады.



Сурет 25 – Үлкен Қақпақ өзенінен ауланған микижаның пластикалық белгілерінің жынысы бойынша басты анализдер компоненті

Көпөлшемді PCA талдауда бастапқы 1-3 компоненттерде аналықтар мен аталықтарында пластикалық, яғни сапалық белгілерінде келесідей жүктемелер анықталды: бірінші компонентте барынша оң жүктеме пектоцентральды (PV) аралыққа түсті, мұнда аталықтарынан құралған іріктемелерде орташа көрсеткіш $34,0 \pm 1,31$ болып, аналықтарына $32,8 \pm 1,56$ қарағанда ұзын болатыны анықталды. Екінші компонентте барынша теріс жүктемелер аналь қанатының ұзындығы мен басынан май қанатына дейінгі ұзындыққа тиесілі болғанымен нақты айырмашылықтар анықталмады. Үшінші компонентте басының

ұзындығы оң жүктемені, ал денесінің ең биік жері барынша теріс жүктемені көрсетті. Бұл аталған белгілер бойынша аталықтары біршама диапазонда ауытқығанымен, аналықтарымен орташа мәндері сәйкес келеді (кесте 15).

Кесте 15 – Үлкен Қақпақ өзенінен ауланған микижаның жынысы бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
aD	0,31065	-0,033946	0,25749
aP	-0,1431	0,31205	0,3729
aV	0,34133	0,17937	0,25612
aA	0,28341	0,071592	0,15388
PV	0,5145	0,061982	-0,17154
VA	0,093437	-0,05187	-0,0088308
ca	-0,1563	0,28048	-0,10243
c	0,037647	0,025476	0,23839
H	0,27636	0,12881	-0,64454
hca	0,069435	0,12989	-0,073365
h	0,14031	0,10558	0,012102
ID	0,15883	0,036818	-0,061374
hD	0,13666	-0,016004	0,050324
lA	0,091604	-0,11535	0,057064
hA	0,11248	0,017591	0,14461
IP	0,072228	0,085184	0,065218
IV	0,044922	0,048564	0,24257
Cs	0,0033644	0,63526	-0,18426
Ci	0,14112	0,43703	0,17275
Cm	0,31608	-0,13302	0,096965
aF	0,3064	-0,30913	0,0030969

3.4.1.2 Көлсай көлдеріне жерсіндірілген микижаның морфологиялық сипаттамалары

Төменгі Көлсай көлінен 2020 жылы қарашай айында 15 данасы, 2022 жылы сәуір айында 13 данасы ауланып, морфологиялық талдау жұмыстары жасалды. Ауланған даралардың абсолютті ұзындығы 153-250 мм, орташа 214,6 мм, стандартты ұзындығы 127-221 мм, орташа 181,9 мм құрады. Толық салмағы 45-182 г аралығында ауытқып, орташа 110,3 г болды. Фультон бойынша қондылық коэффициенті 1,31-2,39 аралықта, орташа 1,82 индекске сәйкес келді. 2020 және 2022 жылдары ауланған даралардың морфометриялық сипаттамалары қосымша А кесте А1 және кесте А2 ұсынылған.

Біздің өңделген материалдардағы балықтардың пластикалық белгілерін (кесте 16) «Рыбы Казахстана» [12, 64-65 б.] мәліметтерінде бірінші генерация бойынша жалпы дене өлшемдеріндегі $M \pm m$ орташа көрсеткіштерін салыстыруда біршама айырмашылықтар байқалады. Бірінші генерация

іріктемелеріне қарағанда қазіргі микижалардың дене пластикалық өлшемдері біршама ұзындау болатынын байқауға болады. Бүйір сызығындағы қабыршақтар саны, бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны, сонымен қатар арқа және аналь жүзбе қанаттары сияқты меристикалық белгілерінің орташа мәндері біздің мәліметтермен сәйкес келді.

Кесте 16 – Төменгі Көлсай көліндегі микижаның (n=28) морфометриялық көрсеткіштері, (2020-2022 жылдар)

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV	M±m [12]
TL, мм	153	250	214,6	18,18	24,4	11,4	-
SML, мм	147	242	206,2	17,81	23,7	11,5	-
SL, мм	127	221	181,9	16,73	22,3	12,2	-
Q, г	45	182	110,3	25,21	32,7	29,7	-
q, г	34	144	91,7	21,75	27,8	30,3	-
Fulton	1,31	2,39	1,82	0,25	0,3	16,5	-
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>							
aD	47,4	55,4	50,8	1,26	1,7	3,38	42,85±0,26
aP	20,5	27,7	24,7	1,52	1,9	7,69	-
aV	51,6	62,1	56,7	1,63	2,3	3,99	48,9±0,25
aA	68,8	81,7	77,0	1,84	2,6	3,35	68,57±0,25
PV	28,2	39,5	33,7	1,53	2,1	6,35	29,3±0,21
VA	20,0	27,4	22,7	1,16	1,6	6,84	20,38±0,23
ca	11,2	15,4	13,5	0,98	1,2	9,19	17,31±0,15
c	23,1	28,8	26,3	1,36	1,6	6,20	19,85±0,13
H	24,0	28,8	26,2	1,19	1,4	5,46	23,26±0,19
h	8,7	12,2	10,8	0,64	0,9	8,20	9,14±0,10
ID	11,9	17,8	14,8	0,93	1,2	8,25	12,15±0,15
hD	14,8	20,0	16,5	0,80	1,1	6,56	11,59±0,20
IA	10,2	16,9	12,3	1,01	1,4	11,39	8,89±0,13
hA	11,9	16,5	14,5	0,96	1,2	8,22	9,86±0,15
IP	14,9	19,9	17,7	1,10	1,3	7,47	13,69±0,13
IV	11,8	15,4	13,8	0,71	0,9	6,26	11,29±0,11
Cs	19,4	24,9	22,0	1,13	1,4	6,37	-
Ci	18,4	23,7	21,8	1,01	1,3	5,81	-
Cm	11,1	17,1	14,3	1,24	1,5	10,45	-
aF	81,0	89,7	84,5	1,60	2,1	2,51	-
IF	1,5	5,2	2,6	0,46	0,7	27,03	-
hF	4,9	8,6	7,2	0,65	0,9	12,25	-
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>							
hco	43,4	61,1	51,7	3,00	4,0	7,77	-
hc	63,3	84,4	71,9	4,10	5,0	6,93	-

кесте 16 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV	M±m [12]
io	28,6	40,9	35,0	1,99	2,7	7,85	-
ao	25,0	36,7	29,2	1,85	2,5	8,56	-
o	19,2	25,0	22,0	1,40	1,7	7,82	-
op	51,0	64,2	56,8	2,54	3,2	5,58	-
lmx	48,6	63,8	54,6	3,12	3,9	7,16	-
lmd	8,2	12,8	10,9	0,87	1,2	10,91	-
hmx	43,4	61,1	51,7	3,00	4,0	7,77	-
<i>меристикалық белгілері-</i>							
cop	2	17	9,3	3,77	4,6	48,9	-
cio	4	13	9,2	1,97	2,7	28,7	-
ctm	5	18	10,7	2,51	3,2	30,2	-
ll	117	166	139,6	10,80	13,7	9,8	125,18±0,76
llca	6	9	7,5	0,65	0,7	10,0	-
Dr	1	4	2,0	0,28	0,6	29,3	-
Ds	9	14	11,3	1,01	1,2	10,5	11,17±0,10
Ar	1	4	1,2	0,38	0,7	56,5	-
As	8	13	10,4	0,97	1,2	11,8	10,65±0,1
Pr	1	2	1,0	0,07	0,2	18,9	-
Ps	11	16	13,3	1,01	1,3	10,0	-
Vr	1	1	1	-	-	-	-
Vs	8	11	9,3	0,59	0,7	7,8	-
Spbr	15	26	19,2	1,49	2,1	10,9	18,82±0,22
Vert	52	62	57,1	1,84	2,4	4,1	-

Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның аналықтары (n=8) мен аталықтарының (n=15) морфометриялық көрсеткіштері кесте 17 және 18 ұсынылған.

Кесте 17 – 2020 және 2022 жылдары Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның аналықтарының (n=8) морфометриялық көрсеткіштері

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	202	250	228,9	12,38	15,5	6,8
SML, мм	195	242	218,5	13,75	16,2	7,4
SL, мм	170	221	194,5	14,75	17,8	9,2
Q, г	100	182	126,3	25,25	30,3	23,9
q, г	75	142	102,6	21,58	25,6	24,9
Fulton	1,31	2,11	1,72	0,24	0,3	17,6

кесте 17 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	47,4	52,8	50,2	1,73	2,0	4,1
aP	20,5	27,6	23,3	1,81	2,3	10,1
aV	51,6	58,4	55,5	1,91	2,5	4,6
aA	68,8	81,7	76,1	3,11	4,3	5,7
PV	31,7	39,5	34,3	1,96	2,6	7,5
VA	20,8	27,4	22,7	1,44	2,1	9,2
ca	11,2	15,3	13,4	1,09	1,4	10,6
c	23,1	27,6	25,0	1,56	1,8	7,0
H	24,0	27,6	25,8	1,07	1,3	5,2
h	10,3	11,8	11,2	0,49	0,6	5,2
ID	13,0	17,8	14,6	1,03	1,5	10,0
hD	14,8	17,6	16,3	0,91	1,1	6,7
IA	11,3	14,7	12,6	0,89	1,1	9,0
hA	12,3	16,5	15,2	0,97	1,3	8,9
IP	14,9	19,0	17,1	1,29	1,5	9,0
IV	11,8	14,7	13,5	0,83	1,0	7,6
Cs	20,0	23,9	21,9	1,12	1,4	6,4
Ci	18,4	23,5	21,4	1,39	1,8	8,4
Cm	11,1	15,9	13,3	1,26	1,6	12,0
aF	81,0	88,9	84,3	2,23	2,8	3,4
IF	1,5	2,8	2,2	0,36	0,5	20,6
hF	4,9	7,9	6,5	0,95	1,1	17,1
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	40,0	60,0	51,5	3,51	5,6	10,9
hc	50,0	84,4	71,5	5,92	9,8	13,7
io	25,0	36,4	34,0	2,25	3,7	11,0
ao	26,7	33,3	28,9	1,63	2,2	7,5
o	20,8	25,0	22,2	1,03	1,4	6,2
op	46,8	61,8	56,6	3,29	4,6	8,2
lmx	33,3	53,2	47,9	4,45	6,4	13,4
lmd	0,0	36,2	4,5	7,91	12,8	282,8
hmx	8,3	12,8	10,6	1,10	1,5	14,3
<i>меристикалық белгілері</i>						
cop	4	13	7,7	3,56	4,7	61,6
cio	4	12	7,3	3,00	3,4	47,0
ctm	5	12	9,2	1,83	2,5	27,1
ll	119	158	137,1	9,66	13,1	9,5
llca	6	9	7,4	0,88	1,1	14,4

кесте 17 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
Dr	1	2	1,8	0,38	0,5	26,5
Ds	10	12	11,0	0,75	0,9	8,4
Ar	1	2	1,1	0,22	0,4	31,4
As	8	13	10,0	0,75	1,4	14,1
Pr	1	2	1,2	0,28	0,4	35,0
Ps	11	15	12,9	1,42	1,8	13,9
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	8	10	9,5	0,63	0,8	8,0
Spbr	17	20	19,0	1,00	1,2	6,3
Vert	52	62	56,1	2,66	3,4	6,1

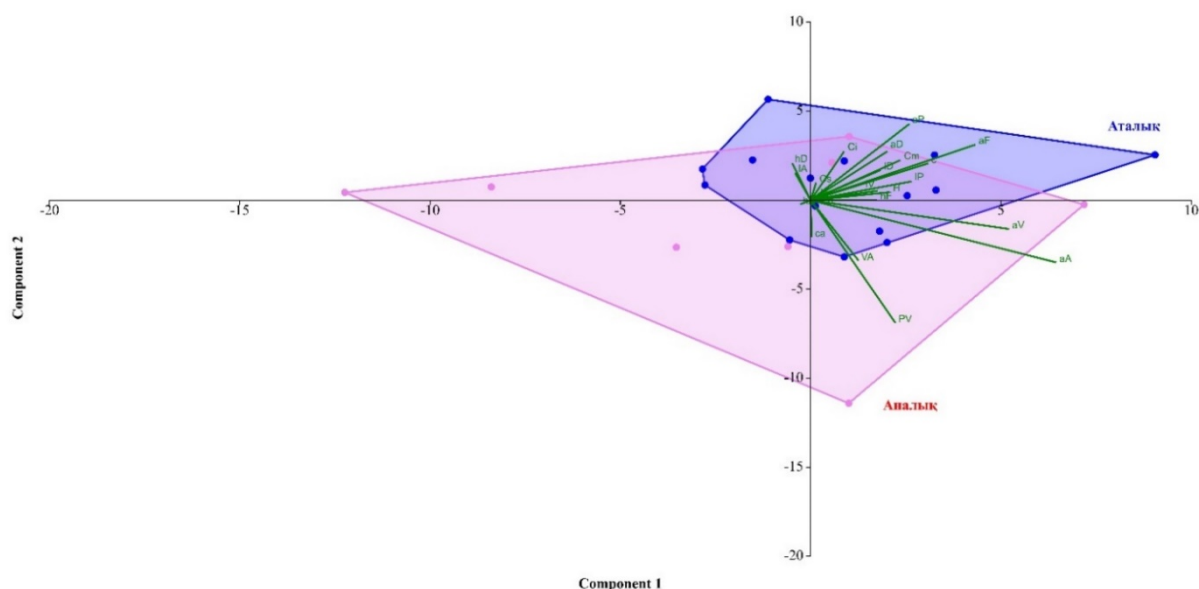
Кесте 18 – 2020 және 2022 жылдары Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның аталықтарының (n=15) морфометриялық көрсеткіштері

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	172	235	212,7	15,16	19,3	9,1
SML, мм	166	226	204,9	14,69	18,5	9,0
SL, мм	146	197	180,3	13,20	16,9	9,4
Q, г	67,83	141,34	104,7	17,66	21,8	20,8
q, г	57,84	121	87,6	15,28	18,5	21,1
Fulton	1,43	2,39	1,79	0,24	0,3	16,3
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	49,7	53,2	51,0	0,83	1,0	2,04
aP	23,2	26,7	25,1	1,02	1,2	4,77
aV	54,3	62,1	57,0	1,44	2,1	3,64
aA	75,5	80,1	77,2	1,12	1,3	1,71
PV	28,2	36,5	33,1	1,44	2,1	6,39
VA	20,0	24,3	22,5	0,91	1,1	5,09
ca	11,4	15,3	13,4	0,96	1,3	9,40
c	24,9	28,8	26,9	1,05	1,2	4,64
H	24,3	28,8	26,2	1,19	1,4	5,45
h	10,4	12,2	11,1	0,43	0,5	4,94
ID	11,9	17,1	14,9	1,00	1,3	8,68
hD	15,3	20,0	16,6	0,88	1,2	7,47
lA	10,2	16,9	12,2	1,18	1,6	13,51
hA	13,0	16,2	14,5	0,71	0,9	6,32
IP	15,3	19,9	17,7	0,99	1,2	7,04
IV	12,2	15,4	13,8	0,65	0,8	5,97
Cs	19,4	24,9	22,2	1,26	1,6	7,05

кесте 18 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
Ci	20,0	23,7	21,8	0,91	1,1	5,10
Cm	12,2	17,1	14,6	1,17	1,4	9,47
aF	81,9	89,7	84,4	1,54	2,1	2,43
lF	2,2	5,2	2,9	0,58	0,8	27,05
hF	6,5	8,6	7,5	0,57	0,7	9,05
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	45,2	55,1	50,5	2,40	3,0	5,93
hc	63,3	79,5	70,3	4,60	5,4	7,62
io	28,6	40,9	34,8	2,37	3,2	9,30
ao	25,0	31,8	28,9	1,74	2,2	7,44
o	19,2	25,0	21,6	1,60	1,9	8,87
op	51,0	61,2	55,9	2,52	3,1	5,50
lmx	50,0	59,2	54,9	2,66	3,1	5,69
lmd	8,2	12,8	11,0	0,79	1,1	10,21
hmx	45,2	55,1	50,5	2,40	3,0	5,93
<i>меристикалық белгілері</i>						
cio	5	13	9,4	1,46	2,0	21,2
ctm	7	18	10,5	2,31	3,1	29,1
ll	117	162	138,5	10,51	13,8	10,0
llca	6	8	7,4	0,56	0,6	8,5
Dr	1	4	2,0	0,27	0,7	32,7
Ds	9	13	11,5	0,89	1,1	9,8
Ar	1	4	1,2	0,37	0,8	64,5
As	8	12	10,5	1,03	1,2	11,9
Pr	1	1	1,0	0,00	0,0	0,0
Ps	11	16	13,4	1,01	1,4	10,1
Vr	1	1	1,0	0,00	0,0	0,0
Vs	8	11	9,2	0,56	0,8	8,4
Spbr	15	23	19,2	1,41	1,9	10,1
Vert	55	61	57,5	1,24	1,6	2,7

Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның жынысы бойынша морфологиялық белгілеріндегі айырмашылықтарды анықтау үшін басты анализдер компоненті (PCA) Past 4,07 статистикалық бағдарламасымен орындалды. Жүргізілген PCA талдауға сәйкес аналықтары мен аталықтарындағы морфологиялық белгілерінде айырмашылықтарды айқындады (сурет 26).



Сурет 26 – Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның пластикалық белгілерінің жынысы бойынша басты анализдер компоненті

РСА талдау нәтижелеріне сүйенсек бірінші компонентте антеанальды (aA) аралық және басынан май қанатқа дейінгі ұзындығы (aF) белгілеріне барынша оң жүктемені көрсетті. Мұнда антеанальды аралық жынысы бойынша орташа мәндері бірдей болғанымен, аналықтарында бұл белгінің (68,8-81,7%) ауытқуы аталықтарына (75,5-80,1%) қарағанда кең диапазонда болатындығы байқалды. Аталықтарында ($2,9 \pm 0,58$) басынан май қанатына дейінгі аралық, аналықтарына ($2,2 \pm 0,36$) қарағанда сәл ұзындау болды. Екінші компонент бойынша талдауда барынша теріс жүктемелер антевентральды, антеанальды, пектро және вентроанальды аралықтар белгілеріне түсті. Бұл белгілердің ішінде антевентральды аралық аталықтарында сәл ұзындау болатыны байқалады. Үшінші компонентте ең үлкен оң жүктеме денесінің биік жеріне, ал теріс жүктеме құйрық жүзбе қанатының ортаңғы сәулесіне түсті (кесте 19). Алайда, бұл қарастырылған белгілерде жынысы бойынша айырмашылықтар көрінбеді.

Кесте 19 – Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижаның жынысы бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
aD	0.16878	0.2299	0.12759
aP	0.21705	0.35858	0.0066053
aV	0.43622	-0.13539	0.23592
aA	0.54009	-0.29244	0.099138
PV	0.18629	-0.57682	-0.24791
VA	0.10524	-0.28374	0.34688
ca	0.0023048	-0.17284	-0.012397
c	0.25887	0.17351	-0.28262

кесте 19 жалғасы

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
H	0.17324	0.037619	0.35113
h	0.049852	0.00074296	-0.0023587
ID	0.15356	0.14155	-0.0067629
hD	-0.040759	0.17398	0.21277
IA	-0.034298	0.12827	0.088235
hA	-0.022987	-0.018926	0.19614
IP	0.22219	0.08866	-0.14379
IV	0.14754	0.044255	-0.015098
Cs	0.011817	0.082541	0.44016
Ci	0.073638	0.22955	0.27263
Cm	0.19724	0.18843	-0.35041
aF	0.36214	0.26101	-0.17139
IF	0.047152	0.0032108	-0.018174

Төменгі Көлсай көліндегі микижалардың бас бөліміндегі белгілерін жынысы бойынша PCA талдауда келесідей жүктемелер анықталды: PC 1 тұмсық ұзындығына, PC 2 көз арты бөліміне және PC 3 басының биіктігіне барынша жүктемелерді көрсетті (кесте 20). Бұл белгілердің жынысына сәйкес орташа мәндері бірдей болғанымен, диапазондарында сәл ауытқулардың болуымен ғана ерекшеленді.

Кесте 20 – Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижалардың жынысы бойынша бас өлшемдерінің басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
hco	0.29228	0.42895	-0.064661
hc	0.54016	0.19863	-0.21913
io	0.16496	0.1867	0.6931
ao	-0.33081	0.18008	0.57203
o	0.30006	0.42608	0.087265
op	0.076476	-0.56025	0.12082
lmx	0.45286	-0.33587	0.070896
hmx	0.42201	-0.33588	0.35286

3.4.1.3 Шығу тегі польшалық микижалардың морфологиялық сипаттамалары

Есік өзені бойында орналасқан «MG» индустриальды балық өсіру шаруашылығында 2022 жылы шығу тегі польшалық микижаның 13 аналық данасының морфометриялық көрсеткіштері алынды. Зерттелген даралардың негізгі биологиялық көрсеткіштерінің минимальды және максимальды мәндері келесідей болды: TL = 152-235 мм, SL = 127-200 мм, Q = 45-168 г, q = 31,6-151 г, Fulton = 1,79-2,35.

Негізгі пластикалық белгілерінің сипаттамалары $M \pm m$ дене ұзындығына шаққанда % келесідей көрсеткіштерге ие: антедорсальды аралық (aD) $51,3 \pm 1,02$; антепектральды аралық (aP) $25,6 \pm 1,22$; антевентральды аралық (aV) $57,4 \pm 1,16$; антеанальды аралық (aA) $77,8 \pm 1,23$; пектровентральды аралық (PV) $34,1 \pm 1,05$; вентроанальды аралық (VA) $22,7 \pm 0,95$; басының ұзындығы (с) $13,3 \pm 1,21$; денесінің ең биік жері (H) $26,5 \pm 1,33$; денесінің ең аласа жері (h) $10,7 \pm 0,83$; тұмсығынан май қанатына дейінгі ұзындық (aF) $85,0 \pm 1,21$. Бас бөлімінің өлшемдері (с) қатынасында % келесідей сипатта болды: басының биіктігі (hc) $68,5 \pm 2,37$; көз аралығы (io) $34,9 \pm 1,76$; тұмсық ұзындығы (ao) $29,9 \pm 1,42$; көзінің диаметрі (o) $21,4 \pm 1,59$; көзарты бөлімі (op) $57,0 \pm 2,26$.

Меристикалық, яғни сандық белгілерінің орташа мәндері: бүйір сызығындағы қабыршақтар саны $148,3 \pm 7,76$; арқа қанатындағы тармақталған сәулелер саны $11,8 \pm 0,93$; аналь қанатындағы тармақталған сәулелер саны $10,8 \pm 0,86$; кеуде жүзбе қанатындағы тармақталған сәулелер саны $13,4 \pm 0,93$; желбезек доғасындағы талшықтар саны (Sprbr) $18,4 \pm 1,24$.

Зерттелген даралардың морфометриялық сипаттамаларының диапазондары мен статистикалық мәндері кесте 21 ұсынылған.

Кесте 21 – Есік өзені шаруашылығында өсірілетін шығу тегі польшалық микижаның ($n=13 \text{♀}$) морфометриялық көрсеткіштері, (2022 жыл)

Белгілері	min	max	M	$\pm m$	σ	CV
TL, мм	152	235	200,3	23,36	28,2	14,1
SML, мм	148	227	194,5	23,28	28,0	14,4
SL, мм	127	200	170,6	21,49	25,2	14,8
Q, г	45	168,13	106,2	33,04	39,4	37,1
q, г	31,65	151,33	89,5	30,65	36,6	40,9
Fulton	1,79	2,35	2,06	0,15	0,2	8,8
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	49,7	55,1	51,3	1,02	1,4	2,8
aP	23,0	27,6	25,6	1,22	1,5	6,0
aV	55,0	60,5	57,4	1,16	1,5	2,6
aA	75,3	80,1	77,8	1,23	1,5	1,9
PV	32,3	36,5	34,1	1,05	1,3	3,9
VA	20,0	24,5	22,7	0,95	1,3	5,6
ca	11,2	15,4	13,3	1,21	1,5	11,1
c	25,5	28,7	27,6	0,74	1,0	3,5
H	24,3	28,7	26,5	1,33	1,5	5,8
hca	10,7	14,0	12,5	0,80	1,0	7,9
h	9,2	12,1	10,7	0,83	1,0	9,4
ID	14,3	17,1	15,3	0,59	0,8	5,0

кесте 21 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
hD	15,3	17,6	16,5	0,68	0,8	4,9
lA	10,4	14,7	12,6	0,77	1,1	8,6
hA	11,9	16,5	14,2	0,89	1,2	8,4
lP	16,9	19,7	18,4	0,58	0,8	4,2
lV	13,2	15,4	14,1	0,63	0,7	5,1
Cs	19,4	23,6	21,5	1,11	1,4	6,4
Ci	20,0	23,6	21,5	0,73	1,0	4,5
Cm	14,3	17,1	15,6	0,54	0,8	4,8
aF	82,9	89,2	85,0	1,21	1,7	2,0
lF	2,0	5,2	2,9	0,62	0,8	29,4
hF	6,7	8,6	7,6	0,41	0,5	7,1
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	45,2	61,1	51,0	3,07	4,2	8,3
hc	63,3	75,0	68,5	2,37	3,3	4,8
io	30,8	41,2	34,9	1,76	2,6	7,4
ao	27,0	35,3	29,9	1,42	2,0	6,8
o	18,2	25,0	21,4	1,59	2,0	9,4
op	51,3	66,7	57,0	2,26	3,6	6,3
lmx	48,6	60,8	53,5	2,58	3,4	6,4
hmx	7,1	12,8	10,7	1,19	1,6	15,2
md	32,4	72,5	42,4	8,95	11,7	27,5
cmd	13,9	33,3	25,1	5,24	6,4	25,5
<i>меристикалық белгілері</i>						
cop	9	17	12,0	1,85	2,3	19,5
cio	8	13	9,9	1,44	1,7	17,2
ctm	9	18	12,3	2,96	3,4	27,9
ll	138	166	148,3	7,76	9,4	6,3
Dr	2	2	2,0	-	-	-
Ds	10	14	11,8	0,93	1,2	10,5
Ar	1	1	1,0	-	-	-
As	9	12	10,8	0,86	1,0	9,4
Pr	1	1	1,0	-	-	-
Ps	11	16	13,4	0,93	1,3	9,4
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	8	10	9,0	0,31	0,6	6,4
Spbr	15	20	18,4	1,24	1,6	8,5

3.4.1.4 Шығу тегі даниялық микижаның морфологиялық сипаттамалары

2022 жылы Есік өзені жоғары ағысында «МГ» индустриальды балық өсіру шаруашылығында шығу тегі польшалық микижаның 14 аналық данасының морфометриялық көрсеткіштері қарастырылды. Зерттелген аналық даралардың биологиялық көрсеткіштерінің диапазондары келесідей сипатта болды: L = 146-281 мм, SL = 125-239 мм, Q = 34-349 г, q = 28,5-280 г, Fulton = 1,74-3,90.

Негізгі пластикалық белгілерінің сипаттамалары $M \pm m$ дене (SL) ұзындығына шаққанда % келесідей қатынаста болды: антедорсальды аралық (aD) 48,2-54,1 орташа $51,8 \pm 0,93$; антепектральды аралық (aP) 21,2-26,3 орташа $23,8 \pm 1,20$; антевентральды аралық (aV) 52,4-57,7 орташа $5,2 \pm 1,25$; антеанальды аралық (aA) 75,9-81,1 орташа $78,3 \pm 1,02$; пектровентральды аралық (PV) 29,5-36,5 орташа $33,5 \pm 1,61$; вентроанальды аралық (VA) 24,0-26,8 орташа $25,6 \pm 0,67$; басының ұзындығы (c) 11,2-15,9 орташа $13,1 \pm 1,10$; денесінің ең биік жері (H) 22,4-29,1 орташа $26,8 \pm 1,40$; денесінің ең аласа жері (h) 10,4-13,0 орташа $11,7 \pm 0,60$; тұмсығынан май қанатына дейінгі ұзындық (aF) 81,9-87,9 орташа $84,7 \pm 1,19$.

Бас бөлімінің өлшемдері басының ұзындығы (c) қатынасында % келесідей сипатта болды: басының биіктігі (hc) 64,2-77,8 орташа $70,8 \pm 3,77$; көз аралығы (io) 34,1-42,9 орташа $38,0 \pm 1,88$; тұмсық ұзындығы (ao) 22,9-32,1 орташа $27,4 \pm 1,90$; көзінің диаметрі (o) 16,9-24,4 орташа $20,8 \pm 1,64$; көзарты бөлімі (op) 56,1-62,9 орташа $58,5 \pm 1,25$.

Меристикалық, яғни сандық белгілерінің минимальды және максимальды мәндері мен орташа көрсеткіштері: бүйір сызығындағы қабыршақтар саны 125-169 орташа $146,3 \pm 12,14$; арқа қанатындағы тармақталған сәулелер саны 10-12 орташа $10,4 \pm 0,55$; аналь қанатындағы тармақталған сәулелер саны 8-12 орташа $10,1 \pm 0,65$; кеуде жүзбе қанатындағы тармақталған сәулелер саны 12-15 орташа $12,6 \pm 0,92$; желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) 13-22 орташа $17,2 \pm 1,59$.

Зерттелген аналық даралардың морфометриялық сипаттамаларының диапазондары мен статистикалық мәндері кесте 22 ұсынылған.

Кесте 22 – Есік өзені шаруашылығында өсірілетін шығу тегі даниялық микижаның ($n=14$ ♀) морфометриялық көрсеткіштері, (2022 жыл)

Белгілері	min	max	M	$\pm m$	σ	CV
TL, мм	146	281	202,4	35,55	43,4	21,4
SML, мм	140	273	195,4	35,89	43,1	22,1
SL, мм	125	239	170,7	29,92	36,2	21,2
Q, г	34,02	349	130,0	71,93	91,8	70,6
q, г	28,53	280	110,5	61,27	75,9	68,7
Fulton	1,74	3,90	2,30	0,30	0,5	22,1

кесте 22 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	48,2	54,1	51,8	0,93	1,4	2,7
aP	21,2	26,3	23,8	1,20	1,5	6,2
aV	52,4	57,7	55,2	1,25	1,5	2,7
aA	75,9	81,1	78,3	1,02	1,4	1,7
PV	29,5	36,5	33,5	1,61	2,0	5,9
VA	24,0	26,8	25,6	0,67	0,8	3,3
ca	11,2	15,9	13,1	1,10	1,4	10,8
c	23,9	27,3	25,7	0,73	0,9	3,6
H	22,4	29,1	26,8	1,40	1,9	7,1
hca	12,0	15,1	13,7	0,55	0,8	5,6
h	10,4	13,0	11,7	0,60	0,7	6,3
ID	13,6	16,3	15,4	0,62	0,8	5,2
hD	15,1	18,0	16,8	0,63	0,8	4,9
lA	10,7	13,1	11,8	0,66	0,8	6,8
hA	12,6	15,2	14,1	0,65	0,8	5,7
IP	15,2	18,7	16,8	0,59	0,9	5,2
IV	11,6	15,3	13,6	0,73	0,9	7,0
Cs	14,7	22,0	19,6	1,56	2,0	10,1
Ci	17,0	22,7	20,6	1,02	1,4	7,0
Cm	10,2	17,3	14,8	1,01	1,6	10,8
aF	81,9	87,9	84,7	1,19	1,5	1,8
lF	1,0	3,5	2,9	0,38	0,6	21,6
hF	5,4	9,2	7,5	0,66	1,0	12,9
<i>басының (c) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	46,3	58,7	53,1	2,63	3,4	6,5
hc	64,2	77,8	70,8	3,77	4,4	6,2
io	34,1	42,9	38,0	1,88	2,4	6,3
ao	22,9	32,1	27,4	1,90	2,5	9,2
o	16,9	24,4	20,8	1,64	2,2	10,3
op	56,1	62,9	58,5	1,25	1,7	2,9
lmx	45,5	55,4	50,7	2,45	2,9	5,6
lmx	31,4	38,9	35,4	2,02	2,4	6,8
hmx	7,3	13,9	11,3	1,25	1,7	15,2
md	39,0	50,8	44,9	3,19	3,9	8,6
cmd	12,2	25,7	16,4	2,99	4,2	25,5

кесте 22 жалғасы

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
меристикалық белгілері						
cop	3	7	5,3	0,92	1,1	21,7
cio	6	11	7,8	1,08	1,4	18,4
ctm	3	10	6,5	2,83	3,3	50,3
ll	125	169	146,3	12,14	14,1	9,7
Dr	1	2	1,9	0,24	0,4	19,6
Ds	10	12	10,4	0,55	0,6	6,2
Ar	1	2	1,1	0,24	0,4	31,8
As	8	12	10,1	0,65	1,0	10,1
Pr	1	1	1,0	-	-	-
Ps	12	15	12,6	0,92	1,2	9,1
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	9	10	9,2	0,34	0,4	4,6
Spbr	13	22	17,2	1,59	2,4	13,7

3.4.2 Зерттелген микижалардың салыстырмалы морфологиялық және статистикалық сипаттамалары

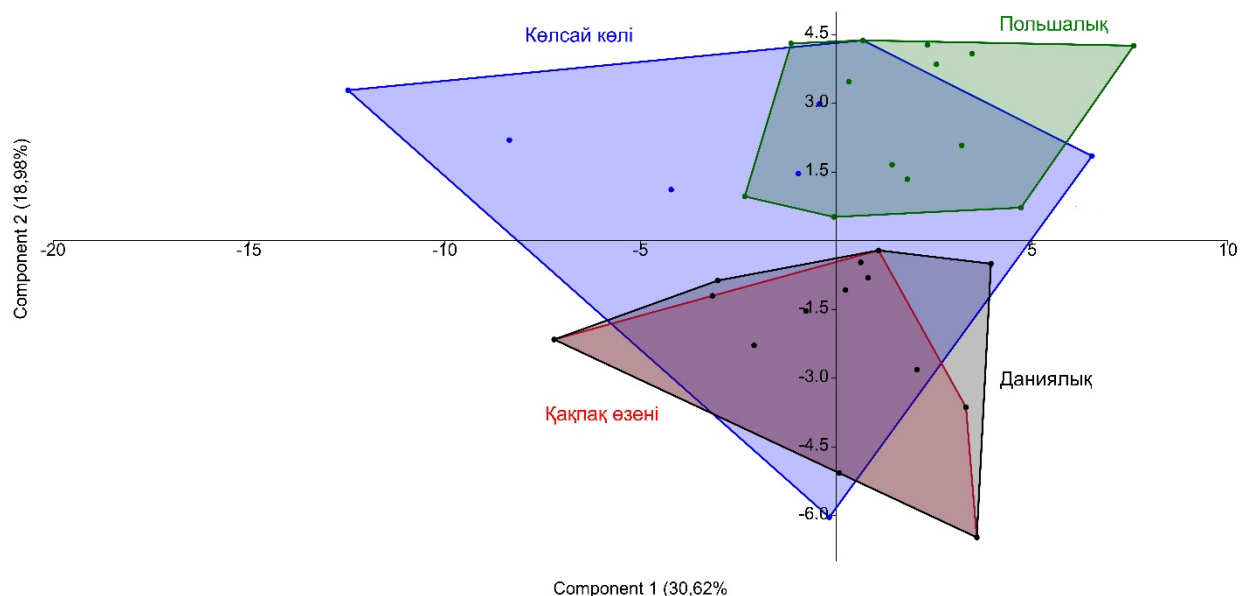
Зерттелген микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары (Төменгі Көлсай көлі, Қақпақ өзені) мен мәдени табындарының (шығу тегі польшалық және даниялық) морфологиялық сипаттамалары пластикалық және меристикалық белгілерімен өзара салыстырып қарастырылды. Пластикалық белгілері бас және дене бөлімдері бойынша жекелей алынды. Зерттелген іріктемелердің морфометриялық және статистикалық мәндері жоғарыдағы 3.4.1.1 - 3.4.1.4 бөлімшелерде көрсетілген. Ал белгілерінің салыстырмалы орташа мәндері мен олардың орташа қателігі ($M \pm m$) қосымша А, кесте 3 ұсынылған.

Басты анализдер компонентімен барлық морфометриялық белгілерді салыстыру кезінде өрескел қателіктерді жібермес үшін микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының тек аналық даралары ғана алынды. Бұлай жасаудың негізгі себебі қазіргі кезде шаруашылықта өсірілетін мәдени табындардың барлығы тек аналық даралардан тұрады.

Алынған 4 іріктемелердің аналық даралары бойынша негізгі пластикалық белгілерін РСА талдау кезінде Қақпақ өзеніндегі және даниялық микижалар ұқсас болып, бір кеңістікте орналасса, польшалық микижалар оң жүктемемен жеке орналасты. Ал Көлсай көліндегі іріктемелердің корреляциялық белгілер қарастырылатын іріктемелерді толықтай қамтыды (сурет 27).

Негізгі жүктемеелеріне келетін болсақ РС 1 бойынша оң антеанальды (аА), ал теріс жүктеме құйрық сабақшасына (са) түсті. Мұнда антеанальды аралық Көлсай көлінде мекендейтін микижаларда салыстырмалы түрде кіші болса, ал құйрық сабақшасы аздап ұзындау болды. РС 2 барынша теріс жүктеме вентроанальды аралыққа (VA) түсті, себебі бұл белгі Көлсай көліндегі

микижаларда басқаларымен салыстырғанда біршама кіші болды. PC 3 бойынша тек оң жүктемелер пектровентральды аралыққа (PV) және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасына түсті. Бұл белгілер де Көлсай көліндегі микижаларда басқаларына қарағанда статистикалық мәндері жоғары болды (кесте 23).



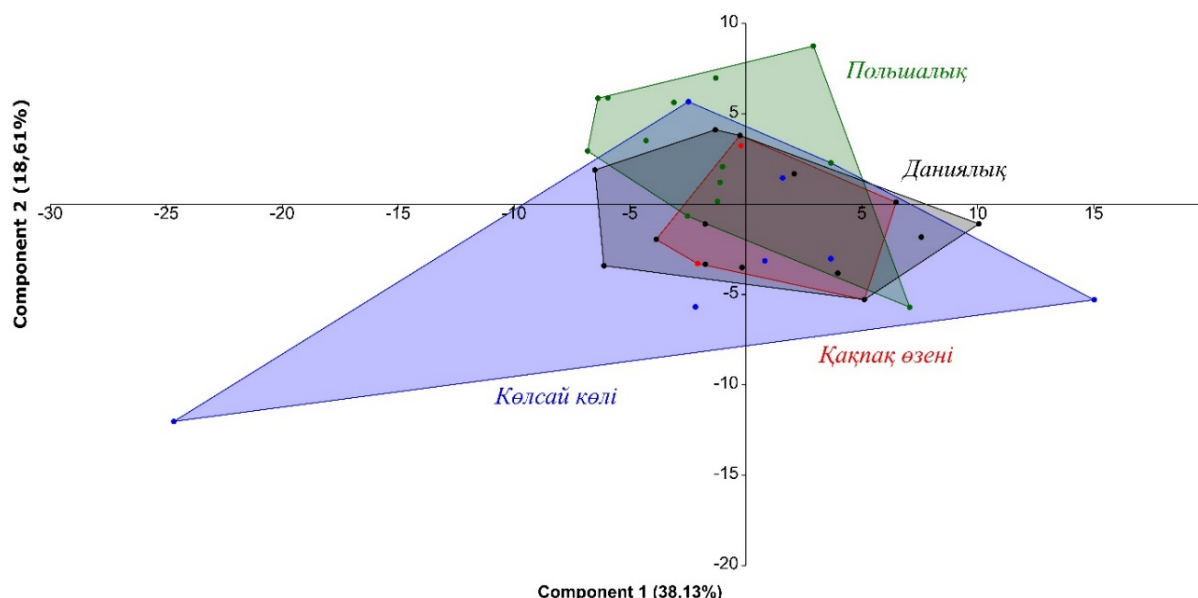
Сурет 27 – Микижалардың жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының негізгі пластикалық белгілерінің басты анализдер компоненті

Кесте 23 – Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының негізгі пластикалық белгілері бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
aD	0.2784	-0.097033	-0.23558
aP	0.19189	0.37999	-0.30509
aV	0.44108	0.17058	0.20856
aA	0.49106	-0.29096	0.17014
PV	0.25714	-0.15117	0.61323
VA	0.086001	-0.55727	-0.091613
ca	-0.070128	-0.029879	0.17166
c	0.23482	0.24208	-0.16071
H	0.19469	-0.14442	0.021684
h	0.054019	-0.10082	-0.044832
lD	0.15085	-0.03605	-0.033062
hD	0.050935	-0.050458	-0.11599

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
IA	0.017457	0.061369	0.0053293
hA	0.041242	0.010808	0.077224
IP	0.18432	0.17373	-0.072834
IV	0.1243	0.046979	-0.12542
Cs	0.0089767	0.45648	0.43495
Ci	0.13933	0.24059	0.066985
Cm	0.25337	0.045673	-0.25284

Зерттелген 4 іріктеме бойынша аналық даралардың (Көлсай көлі, Қақпақ өзені, шығу тегі польшалық және даниялық) бас өлшемдерін басты компонентпен талдауда (PCA) белгілері жиынтығы біршама сәйкес келді (сурет 28). Алайда кейбір белгілерінде аздаған ерекшеліктер байқалды.



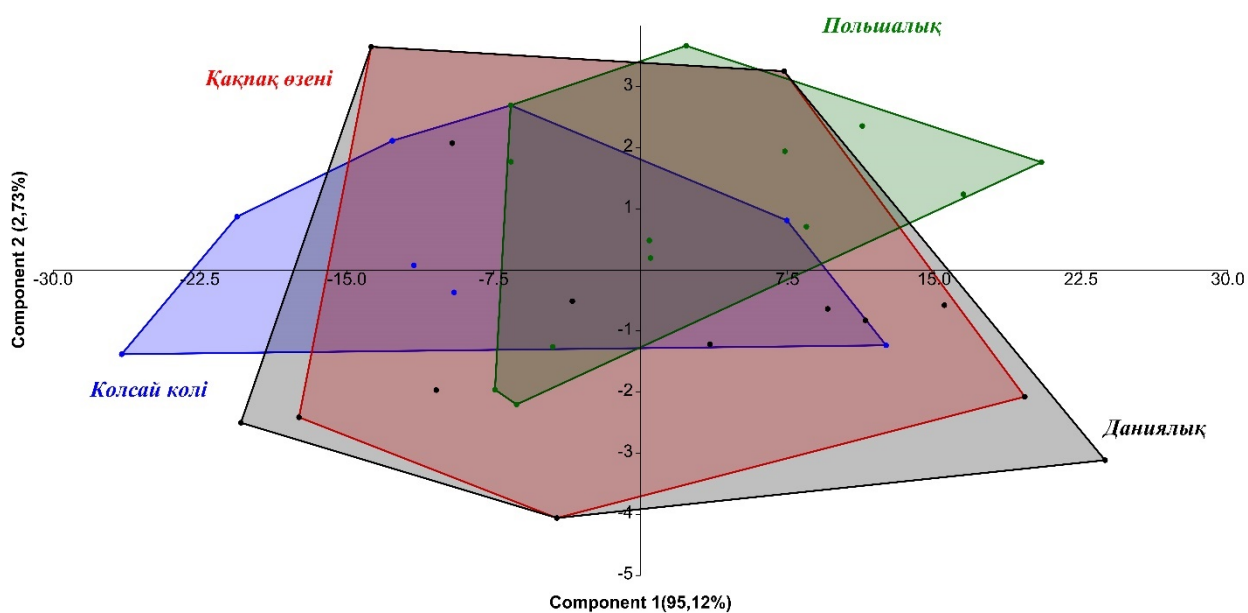
Сурет 28 – Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының бас өлшемдерінің басты компоненттері

Бірінші компонентте (PC 1) польшалық микижалардың басының биіктігі (hc) басының ұзындығына шаққанда басқаларынан кіші болса, ал тұмсық ұзындығы керісінше ұзындау болды. Екінші компонент (PC 2) бойынша көлсайлық микижалардың көз тұсындағы басының биіктігі және жоғарғы жақ ұзындығы салыстырмалы түрде басқа іріктемелерден төмен болды. Үшінші компоненттің (PC 3) оң жүктемесі көз аралығын (io), ал теріс жүктеме көз диаметрін көрсетті. Мұнда шығу тегі даниялық және Қақпақ өзеніндегі микижалардың интерорбитальды аралығы (io) басқа екеуіне қарағанда үлкендеу болды. Көз диаметрі бойынша үлкендігімен көлсай іріктемелері аздап ерекшеленеді. 1-3 компоненттің жүктемелері кесте 24 ұсынылған.

Кесте 24 – Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының бас өлшемдері бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
Басының көз тұзындағы биіктігі, hco	0.3893	-0.48039	0.5109
Басының биіктігі, hc	0.84377	-0.071359	-0.33065
Көз арасы, io	0.08743	-0.05432	0.54631
Тұмсық ұзындығы, ao	-0.10126	0.16611	0.36898
Көз диаметрі, o	0.03408	-0.067814	-0.22488
Көзарты бөлімі, op	0.04028	0.098581	0.32979
Жоғарғы жақ ұзындығы, lmx	0.31694	0.848	0.16929
жоғарғы жақ ені, hmx	0.15743	-0.01433	0.0927

Меристикалық белгілер жиынтықтарының көпөлшемді басты компоненттер талдауының кеңістіктегі орналасуы сурет 29 көрсетілген.



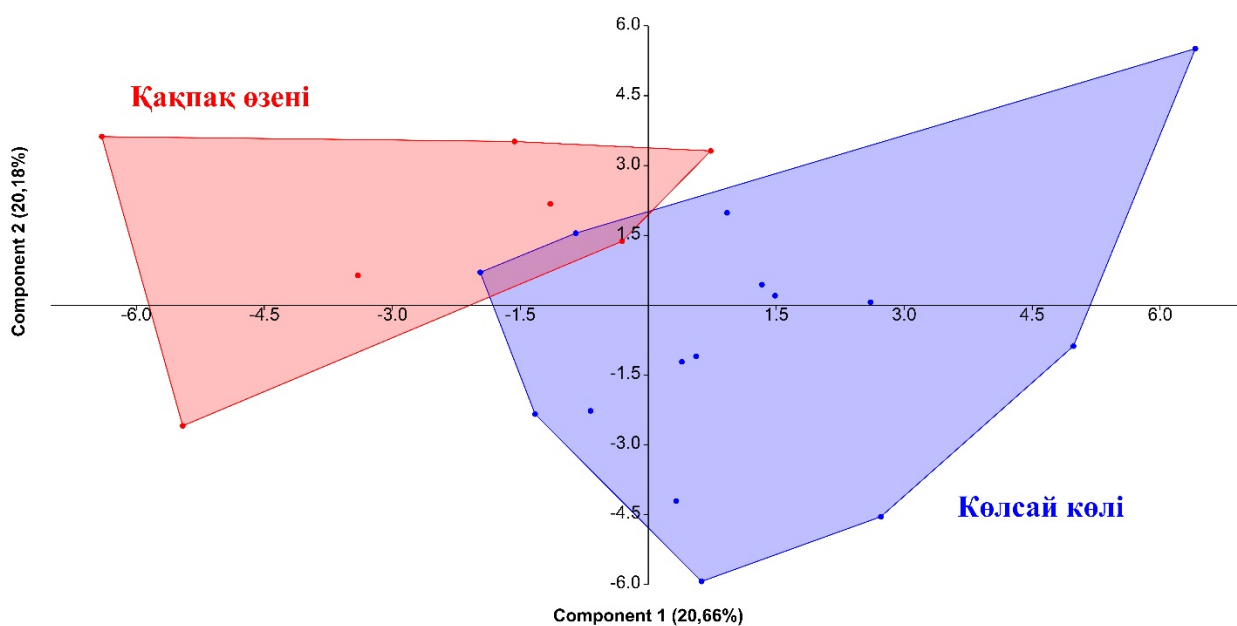
Сурет 29 – Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының меристикалық белгілерінің басты компоненттері талдауы

Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларынан 7 меристикалық белгілерін өзара салыстыру кезінде 1-3 компоненттер жүктемелеріне сәйкес келесідей айырмашылықтар байқалды: PC 1 барынша оң жүктеме бүйір сызығындағы қабыршақтар санына, яғни Көлсай көліндегі микижаларда бұл белгі басқаларына қарағанда төмен болды. Ал PC 3 теріс жүктеме бойынша бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны керісінше салыстырмалы түрде жоғары болды (кесте 25).

Кесте 25 – Микижалардың *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының меристикалық белгілері бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
Бүйір сызығындағы қабыршақтар саны, l_l	0.998	0.053451	-0.0060999
Құйрық сабақшасындағы қабыршақтар саны, l_{lca}	0.012169	-0.037102	-0.0083925
Арқа қанатындағы тарамдалған сәулелер саны, D_s	0.0095756	0.18929	0.26229
Аналь қанатындағы тарамдалған сәулелер саны, A_s	-0.012098	-0.035499	0.76431
Кеуде қанатындағы тарамдалған сәулелер саны, P_s	-0.0079066	0.45952	0.49497
Құрсақ қанатындағы тарамдалған сәулелер саны, V_s	-0.011114	0.1207	0.093764
Бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны, $Spbr$	-0,050013	0.85971	-0.3052

Қақпақ өзені мен Төменгі Көлсай көліндегі микижаның аталық дараларын көпөлшемді статистикалық талдаудың (РСА) көмегімен өзара салыстыру кезінде кеңістіктегі орналасуы ажырайтындығын көрсетті. Бұл екі іріктемелердің пластикалық белгілерінің айырмашылығы бар екендігін сипаттайды (сурет 30).



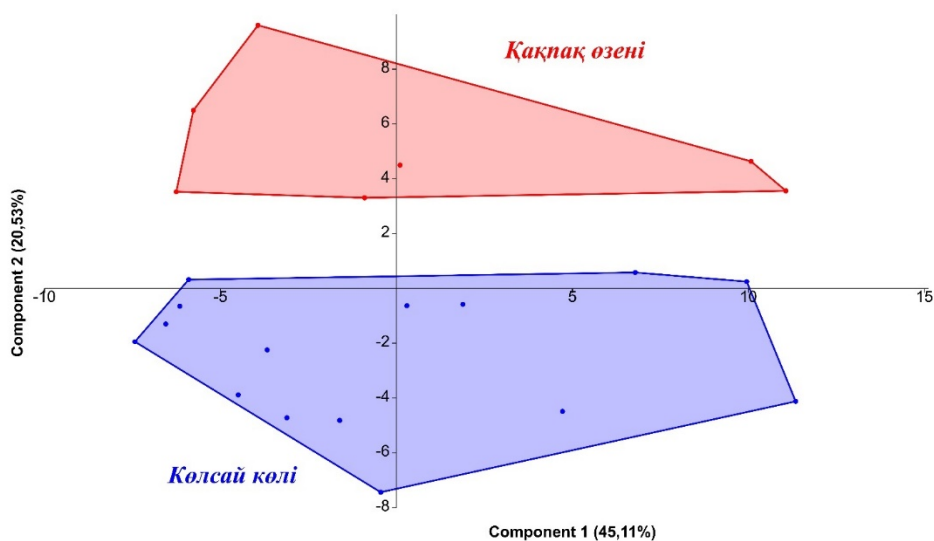
Сурет 29 – Микижаның жабайы популяциялары аталық дараларының пластикалық белгілерінің басты компоненттері талдауы

Қақпақ өзені мен Төменгі Көлсай көліндегі микижа популяцияларының аталық дараларының пластикалық өлшемдеріне сәйкес 3 белгілер бойынша айырмашылықтар анықталды: антевентральды аралық және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасы Көлсай көліндегі микижаларда салыстырмалы түрде Қақпақ өзеніндегі іріктемелерге қарағанда ұзындау болса, ал вентроанальды аралық керісінше төмен болды. Басты компоненттер талдауының жүктемелері кесте 26 ұсынылған.

Кесте 26 – Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары аталық дараларының пластикалық белгілері бойынша басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
Антедорсальды ұзындық, aD	0.0546	0.15981	0.22526
Антепектральды ұзындық, aP	0.2338	-0.13555	0.071386
Антевентральды ұзындық, aV	0.50578	0.21524	-0.29651
Антеанальды ұзындық, aA	-0.026996	0.36854	-0.01982
Пектровентральды аралық, PV	-0.053226	0.47077	-0.4632
Вентроанальды аралық VA	-0.2359	0.27187	0.23088
Құйрық сабақшасының ұзындығы, ca	0.039822	0.031658	0.044585
Басының ұзындығы, c	0.10152	0.060171	-0.13013
Денесінің ең биік жері, H	0.21012	0.3026	0.31752
Денесінің ең аласа жері, h	0.026426	0.13081	0.071791
Арқа қанатының негізінің ұзындығы, ID	0.02991	0.1363	0.3035
Арқа қанатының биіктігі, hD	0.044586	-0.10979	0.34661
Аналь қанатының негізінің ұзындығы, IA	0.060654	-0.025588	0.34035
Аналь қанатының биіктігі, hA	0.095666	-0.081927	0.14554
Кеуде қанатының ұзындығы, IP	0.20129	0.18466	0.0012097
Құрсақ қанатының ұзындығы, IV	0.14515	0.10807	-0.0038478
Құйрық қанатының үстіңгі қалақшасы, Cs	0.55125	-0.1644	-0.067412
Құйрық қанатының астыңғы қалақшасы Ci	0.42551	-0.10484	0.10642
Құйрық қанатының ортаңғы сәулесі, Cm	-0.019263	0.25729	-0.013917
Тұмсықтан майқанатына дейінгі аралық, aF	0.087356	0.41598	0.30388
Май қанатының ұзындығы, IF	-0.0048043	0.061026	-0.053944

Микижа жабайы популяциялары аталық дараларының бас өлшемдері бойынша басты компоненттер талдауында айырмашылықтар бар екендігін сипаттады (сурет 31).



Сурет 31– Микижаның жабайы популяциялары аталық дараларының бас өлшемдерінің басты компоненттер талдауы

Меристикалық 7 белгілер бойынша екі популяцияның даралары келесі белгілерден нақты айырмашылықтар айқындалды: бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) Көлсай көліндегі микижаларда, Қақпақ өзеніндегі іріктемелермен салыстырғанда бірнеше диапазонға жоғары болуымен ерекшеленсе, ал бүйір сызығындағы қабыршақтар саны керісінше төмен болатындығы анықталды. Бұл айырмашылықтар көпөлшемді статистикалық талдауда (РСА) да нақтыланды (кесте 29).

Кесте 27 – Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары аталық дараларының меристикалық белгілері бойынша орташа мәндері және басты анализдер компоненттерінің жүктемелері

Белгілері	Қақпақ өзені, n=7		Көлсай көлі, n=7		PC 1	PC 2	PC 3
	M	±m	M	±m			
П	147,0	14,29	138,5	10,51	0.99702	0.040593	-0.047136
Ds	10,4	0,61	11,5	0,89	-0.013626	0.046595	0.37902
As	10,1	0,53	10,5	1,03	0.017057	0.12023	0.076319
Ps	12,4	0,61	13,4	1,01	-0.006619	0.28037	0.20927
Vs	9,1	0,24	9,2	0,56	-0.024321	0.035422	0.054923
spbr	16,7	1,55	19,2	1,41	-0.050098	0.93606	-0.23902
Vert	57,3	1,96	57,5	1,24	0.050097	0.16037	0.81102

Талқылау және қорытынды

Табиғи су айдындарындағы зерттелген микижалардың (Үлкен Қақпақ өзені, Төменгі Көлсай көлі) морфометриялық өлшемдерінің минимальды және максимальды мәндері осы балыққа тән мәліметтер шегінде ауытқып тұрды. Басының және дене ұзындығының қатынасына сәйкес орташа өлшемдері ($M \pm m$) көп жағдайда «Рыбы Казахстана» келтірілген деректерімен сәйкес келеді. Алынған іріктемелерге сәйкес табиғи жағдайда мекендейтін микижалардың жынысы бойынша айырмашылықтарды анықтау және статистикалық нақтылықты көрсету үшін басты компоненттер талдауы (РСА) жасалды. Мұнда негізгі жүктемелер бойынша аталық микижалардың пектровентральды және антевентральды аралығы, басынан май қанатына дейінгі аралығы, басының ұзындығы және денесінің биіктігі аналықтарына қарағанда ұзындау болатындығы анықталса, ал аналықтары антеанальды аралығының ұзын болуымен ерекшеленді. Тіпті, Қожабаева және басқаларының (2019) [57, 138 б] 2017-2018 жылдардағы жүргізген зерттеу нәтижелеріне сәйкес Төменгі Көлсай көліндегі әр жылдағы микижалардың іріктемелерін морфологиялық талдау кезінде де 4 белгісінен келесідей айырмашылықтар ($T_{st} > 2.2$, $p < 0,05$) байқалған: пектровентральды аралық, құрсақ қанатының ұзындығы, құйрық жүзбеқанатының үстіңгі қалақшасының ұзындығы және омыртқаларының саны. Бұл авторлар бұл белгілердің айырмашылықтарының ықтималдық себебін суқойманың гидрологиялық көрсеткіштерінен болатындығын келтірген. Біздің зерттеулеріміздегі Табиғи су айдындарындағы микижалардың меристикалық белгілерінде айырмашылықтар

болмағанымен, алайда көптеген сандық белгілері мәндерінің ауытқуы қоршаған орта жағдайларындағы өзгерістердің жеткілікті және кең ауқымда тіршілік етуге мүмкіндік беретін түрдің бейімделуімен түсіндіріледі [57, 136 б.]. Пластикалық ерекшеліктер мен бейімделгіштіктің микижа популяциялары арасында қалай бөлінетіні әлі де тыңғылықты зерттеулерді талап етеді. Түрдің ареал аймағы экологиялық шектеулермен түйіскенде, жеке бейімделгіштік, әдетте, оның таралу орталығына қарағанда, төмен болады. Популяциялардың жарамдылығын бақылайтын сипаттамалар түрлердің таралу аймақтарында, әсіресе олар климаттың өзгеруіне ұшыраған кезде ерекше маңызға ие, яғни белгілі бір ортада өзгергіштіктің ең үлкен дәрежесін бастан кешіретін популяциялар мен генотиптер осы жағдайларға бейімделетін белгілері біршама икемді болады деп күтіледі [215, 216]. Өзгерістер жағдайында икемділік окшауланған даралар мен популяциялардың тұрақтылығын қамтамасыз етуде шешуші рөл атқарады [217, 218]. Осылайша, таралу аймағында популяцияның бейімделгіштігінің үлгілері түрлердің климаттың өзгеру реакциясына әсер етеді және жаңа климаттық жағдайдағы түрлердің таралуын анықтауда маңызы болады.

Зерттелген микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары (Төменгі Көлсай көлі, Қақпақ өзені) мен мәдени табындарының (шығу тегі польшалық және даниялық) морфологиялық сипаттамаларын негізгі жүктемелермен PCA талдау арқылы өзара салыстыру кезінде келесідей қорытындылар анықталды:

Жынысы бойынша Қақпақ өзеніндегі іріктемелерде пектовентральды (PV) аралық аталықтарында ұзын болса, ал антевентральды (aV) аралық бойынша Төменгі Көлсай көліндегі іріктемелері аналықтарынан ерекшеленді. Көлсай көліндегі микижаларда антеанальды (aA) аралық аналықтарында (68,8-81,7%), аталықтарына (75,5-80,1%) қарағанда кең диапазонда ауытқиды. Басынан май қанатқа дейінгі ұзындық (aF) белгісі екі суқоймада да аталықтарында ұзындау болды;

Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының пластикалық белгілерін басты анализдер компонентімен талдауда Қақпақ өзені мен даниялық микижалардың белгілері біршама ұқсас келді. Антеанальды (aA) және вентроанальды (VA) аралықтар Көлсай көлінде мекендейтін микижаларда салыстырмалы түрде басқаларынан кіші болса, ал құйрық сабақшасының ұзындығы (ca), пектовентральды аралыққа (PV) және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасы (Cs) аздап ұзындау болды;

Бас өлшемдері бойынша польшалық микижалардың басының биіктігі (hc) басқаларынан кіші болса, ал тұмсық ұзындығы керісінше ұзындау болды. Көлсайлық микижалардың көз тұсындағы басының биіктігі (hco) және жоғарғы жақ ұзындығы (lmx) салыстырмалы түрде басқа іріктемелерден кіші болса, көз диаметрі (o) бойынша үлкендігімен ерекшеленді. Шығу тегі даниялық және Қақпақ өзеніндегі микижалардың интерорбитальды аралығы (io) басқа екеуіне қарағанда үлкендеу болды.

Меристикалық белгілері бойынша Көлсай көліндегі аналық дараларда бүйір сызығындағы қабыршақтар саны (II) басқаларынан аз болса, ал бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) керісінше жоғары болды;

Аталық дараларының пластикалық өлшемдеріне сәйкес басының көз (hco) және шүйде тұсындағы (hc) биіктіктері, көзарты бөлімі (op), жоғарғы жақтың (lmx) ұзындығы және венетроанальды (VA) аралық Қақпақ өзеніндегі аталық микижаларда салыстырмалы түрде ұзын болса, ал Көлсай көліндегі іріктемелер антевентральды аралық (aV) және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасының (Cs) ұзын болуымен ерекшеленді. Сандық белгілерінен бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) Көлсай көліндегі аталық микижаларда жоғары болса, ал бүйір сызығындағы қабыршақтар саны керісінше Қақпақ өзеніндегі іріктемелерден төмен болды.

3.5 Балқаш бассейнінде микижаның жабайы популяцияларын пайдалану және тұрақты аквакультурасын жүргізу бойынша ұсыныстар

Континентальдық су айдындарындағы биологиялық инвазиялар аборигенді фаунаның әртүрлілігіне және суқоймалардың экожүйелерінің әлауқатына негізгі қауіптердің бірі болып табылады [219, 220, 221]. Қазақстанда құбылмалы бахтақ өсіруге деген қызығушылықтың қарқынды өсуі сөзсіз осы түрдің табиғи су айдындарына енуімен қатар жүретіні айқын. Микижа немесе құбылмалы бахтақ - енгізілген балықтардың ең агрессивті түрлерінің біріне жатады. Көптеген жағдайларда оның пайда болуы реципиент-су айдындарының бүкіл экожүйесінің негативті қайта құрылуына әкеледі [222]. Алайда, балықтардың табиғи биологиялық алуантүрлілігін жоғалтпай енгізу нәтижесінде балық өнімділігі мен әуесқой балықшылар үшін су объектілерінің тартымдылығы артқан кезде бейтарап немесе оң өзгерістер болуы мүмкін [194, 238 б.]. Қазіргі таңда цитологиялық және молекулалық-генетикалық талдаулар табиғатты қорғау қызметкерлеріне қол жетімді болмағандықтан, фенетикалық талдау құбылмалы бахтақтың жаңа су айдындарына ену көздерін анықтауға және жергілікті ихтиофаунаның қаупін бағалауға көмектеседі.

2012-2018 жылдары ЖШС Балық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы қызметкерлерінің жүргізген зерттеулеріне сәйкес Төменгі Көлсай көлінде микижаның ірі және майда даралары ауланса, алайда әртүрлі ұяшық көздерінен (20-80 мм) құрылған ғылыми ауларда кіші жастағы даралардың үлесі жоғары болатынын анықталған. Төменгі Көлсайда ауланған даралардың жастық қатары 2+-10+ аралықтарында ауытқыса, ал Ортаңғы Көлсайда 2+-4+ жастағылармен шектелген [57, 136 б.]. Белгіленген жылдар аралығындағы ауланған даралардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштерінің қалыпты болуы, балықтардың қолайлы ортада мекен етуін көрсетеді. Салыстырмалы түрде, Төменгі Көлсай көліндегі даралардың биологиялық көрсеткіштерінің максимальды мәндері Ортаңғы Көлсай көліндегі даралардан салыстырмалы түрде жоғары болған.

Көлсай көлдеріндегі микижаның популяциялары өзара бір-бірінен оқшауланады деп есептеуге болады. Десе де, Ортаңғы Көлсайдан өзен арқылы

балықтардың өтуі олардың санын көбейтуге айтарлықтай рөл атқармайды, себебі микижаларға ағысқа қарсы (реотаксис) жүзу құбылысы тән [58, 59 б.].

Ерекше қорғалатын табиғи қорық аймағы болғандықтан Көлсай көлдерінде тек спорт-әуесқойлық балық аулау ғана рұқсат етілген [223]. Көктем айлары, яғни наурыз айының 1-нен мамырдың 31-не дейінгі аралықта бұл аймақта балық аулауға тыйым салынады [223].

2021 жылдың күзінен бастап, ақпан айына дейін «MG» балық өсіру шаруашылығында Төменгі Көлсай көлі (26 дана) мен Қақпақ өзенінен (24 дана) микижаның жыныстық жетілген аналық және аталық дараларын бассейндік жағдайда өсіру, олардың бейімделуін бақылау және жасанды көбейту сияқты жұмыстар атқарылды.

Бастапқы уақытта балықтардың бассейндерде бейімделуі күрделі жүрді. Қақпақ өзенінен әкелінген даралардың 3 данасы өлімге ұшырады. Құрама жемге үйрету үшін 2-3 апта уақыт кетті. Үйрету үшін бұл балықтардың жанына микижаның мәдени, яғни шығу тегі польшалық микижалардың 3 данасын қосу арқылы процесстің оңтайлы жүруіне әсер етілді. Ал, Төменгі Көлсай көлінен әкелінген микижалардың шаруашылық жағдайына бейімделуі біршама жылдамырақ жүрді. Олар екінші күннен бастап, құрама жемге үйреніп, өздерін қоректі тұтынуда белсенді көрсетті. Бұл суқоймадан бірінші аптада тек 1 дана балық өлімге ұшырады (кесте 28).

Кесте 28 – Табиғи суқоймалардан әкелінген микижалардың өміршеңдігі

Суқойма	Ауланған уақыты	Әкелінді	Тірі қалды	%
Төменгі Көлсай көлі	05.10.2021	26	25	96%
Қақпақ өзені	10.05.2022	24	22	91,6%

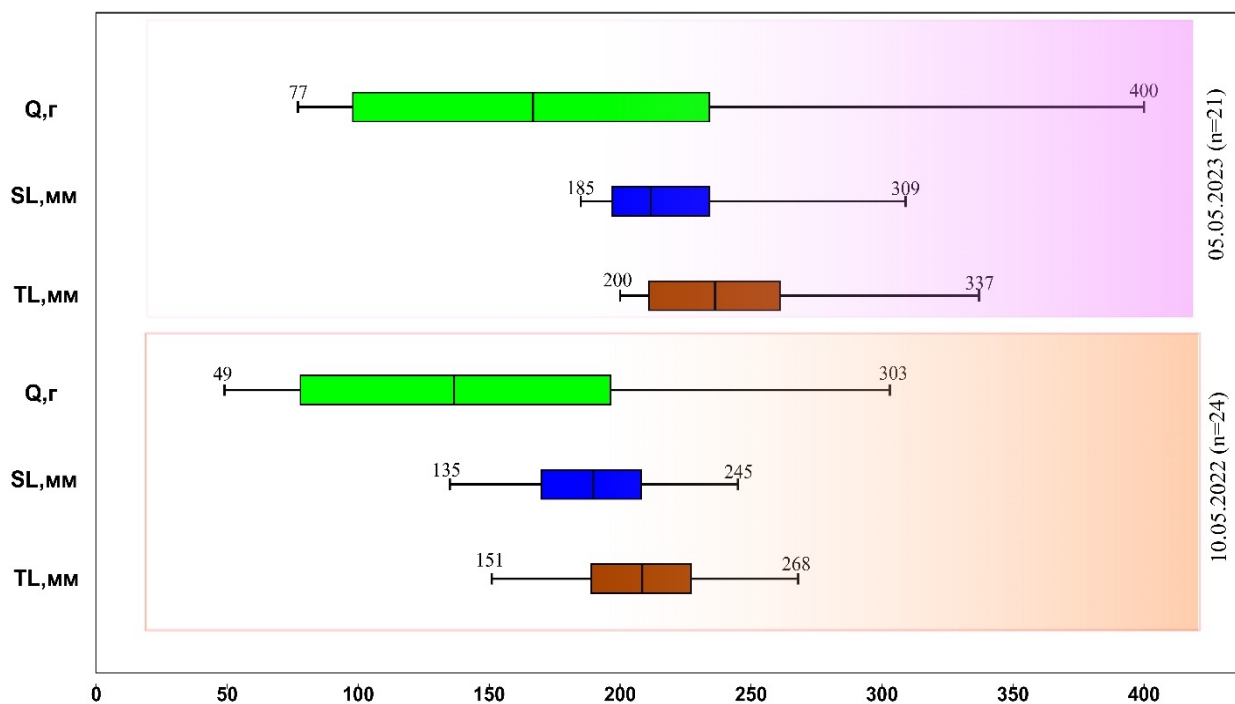
Шаруашылықтағы судың температурасы 10-12 °С аралығында болып, кесте бойынша қоректің күндік нормасы 100 кг балыққа шаққанда 1,13 кг қатынасында есептеліп берілді. Мұнда, Қақпақ өзеніндегі даралардың салмағы 3,2 кг құраса, ал Көлсай көліндегі даралардың жалпы салмағы 4,4 кг болды. Сәйкесінше, қоректің күндік мөлшері 36 г және 44 г құрады.

10.05.2022 жылы Қақпақ өзенінен әкелінген 24 дана микижа дараларының абсолютті ұзындығы 151-268 мм, стандартты ұзындығы 135-245 мм, салмағы 49-303 г аралығында ауытқыды. Ал олардың орташа мәндері 208,4 мм, 189,7 мм және 136,6 г сәйкес келді. Шаруашылық жағдайда өсіріліп, арада 1 жыл (360 күн) уақыт шамасында өсу қарқындығын анықтау үшін 05.05.2023 жылы тірі қалған 21 дана микижалардың көрсеткіштері келесідей болды: TL 200-337 мм, SL 185-309 мм, Q 77-400 г аралығында ауытқып, орташа мәндері 236,3 мм, 211,7 мм, 166,7 г болды. Қақпақ өзенінен ауланған микижалардың бассейндегі өсу көрсеткіштері кесте 29 ұсынылған.

Кесте 29 – Қақпақ өзенінен ауланған микижалардың бассейндегі өсуінің статистикалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	10.05.2022 (n=24)		05.05.2023 (n=21)	
	min-max	M±m	min-max	M±m
TL, мм	151-268	208,4±19,05	200-337	236,3±25,71
SL, мм	135-245	189,7±18,29	185-309	211,7±23,46
Q, г	49-303	136,6±59,87	77-400	166,7±68,41
F	1,28-3,02	1,42±0,32	1,08-1,52	1,18±0,16

Бастапқы әкелінген уақыттағы көрсеткіштермен салыстырғанда балықтардың ұзындық және салмақтық көрсеткіштері бойынша өсімінде айырмашылықтар байқалады. Алайда, бұл уақыт аралықтары үшін өсімі баяу болып табылады. Өсу диапазондары салыстырмалы түрде алшақ болғанымен, орташа мәндері үшін өсу қарқыны төмен деп бағалауға болады, яғни орташа салмағы бастапқыда 189,7 г болса, соңғыда 211,7 г ғана жеткен. Ұзындықтары бойынша да осындай көрсеткіштер тән (сурет 32).



Сурет 32 – Қақпақ өзенінен ауланған микижалардың бассейндегі өсу қарқыны

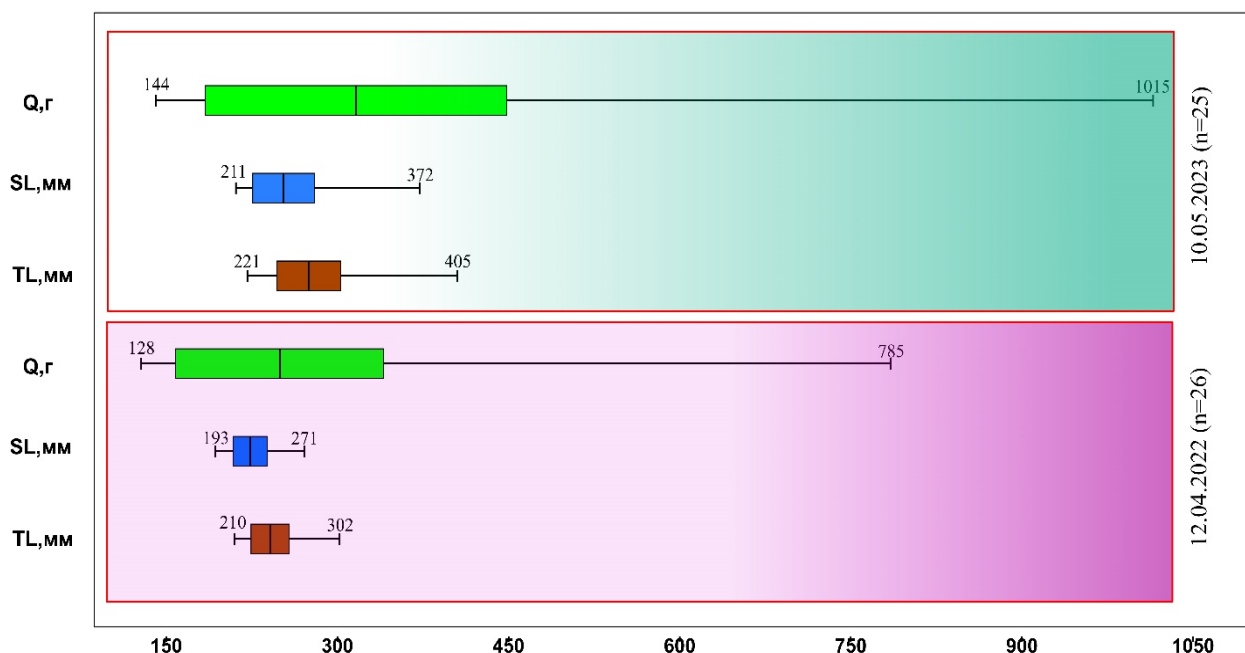
12.04.2022 жылы Төменгі Көлсай көлінен әкелінген 26 дана микижа дараларының абсолютті ұзындығы 210-302 мм, стандартты ұзындығы 193-271 мм, салмағы 128-785 г аралығында ауытқыса, олардың орташа мәндері 240,9 мм, 223,4 мм ұзындыққа және 249,6 г салмаққа сәйкес келді. 1 жылдан аса (390

күн) уақыт шаруашылық жағдайда өскен және қалған 25 даралардың ұзындық-салмақтық сипаттамалары 10.05.2023 жылы келесідей болды: TL 221-405 мм, SL 211-372 мм, Q 141-1015 г аралығында ауытқып, орташа мәндері 275,3 мм және 252,8 мм ұзындықты, 316,3 г салмақты көрсетті. Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижалардың бассейндегі өсу көрсеткіштері кесте 30 ұсынылған.

Кесте 30 – Қақпақ өзенінен ауланған микижалардың бассейндегі өсуінің статистикалық сипаттамалары

Көрсеткіштері	12.04.2022 (n=26)		10.05.2023 (n=25)	
	min-max	M±m	min-max	M±m
TL, мм	210-302	240,9±16,61	221-405	275,3±27,80
SL, мм	193-271	223,4±14,91	211-372	252,8±26,90
Q, г	128-785	249,6±91,44	141-1015	316,3±132,3
F	1,11-2,93	1,66±0,28	1,03-2,47	1,37±0,15

Бастапқы уақыттағы көрсеткіштермен салыстырғанда микижалардың ұзындық және салмақтық көрсеткіштері өсу қарқыны бойынша аздап ерекшеленеді. Әсіресе, салмақтық көрсеткішінде кейбір дараларда бақылау аралығында салмақ қосқандығы байқалады (сурет 33). Алайда, Стьюдент критерийіне сәйкес ($\alpha = 0,05$) орташа мәндерін салыстыру кезінде статистикалық айырмашылықтар айқындалмады.



Сурет 33 – Төменгі Көлсай көлінен ауланған микижалардың бассейндегі өсу қарқыны

Микижаның жабайы популяцияларын (Қақпақ өзені, Төменгі Көлсай көлі) аквакультура саласында бассейндік жағдайда ұзындық және салмақтық өсу темпі салыстырмалы түрде төмен. Бақылау аралығында (1 жыл) ұзындық-салмақтық көрсеткіштерінің диапазоны аздап ерекшеленгенімен, орташа мәндері бойынша статистикалық (ttest) айырмашылықтар байқалмайды.

Индустриалдық шаруашылық жағдайына бейімделе білген микижаның жабайы популяцияларының аналық және аталық дараларын жекелей бөліп, ұрықтандыру процесінің жүргізілуін қадағаладық. Алдымен Төменгі Көлсай көлінен ауланған аналық микижаларды бассейндерден алып, шағын шарбақтарға салып тыныштандырып, кейін жыныстық жетілуі IV сатыға жеткенде құрсағын сығу арқылы уылдырықтары алынды. Дене мөлшері шағын аналықтардан уылдырық алу қиындық туғызды. Мұнда 7 аналық және 5 аталық даралардан жыныс өнімдері алынды. Аталықтарының дене мөлшері аналықтарына қарағанда едәуір кіші. Құрғақ әдісі арқылы ұрықтанған уылдырықтар «FET» вертикальды инкубаторына салынды.

Табиғи суқоймалардағы микижалардың уылдырықтарының көлемі және түсі шаруашылықтағы шығу тегі шетелдік микижалардан визуальды түрде ерекшеленеді. Шығу тегі польшалық микижалардың кәсіптік диплоидты уылдырықтарының диаметрі 3,5-4 мм аралығында болса, ал табиғи популяциялардан алынған дараларда уылдырық диаметрі 3 мм аспайды. Сонымен қатар, польшалық уылдырықтардың түсі қызғылт түсті және біркелкі келсе, табиғи суқоймалардағы микижалардың уылдырықтары түсі ашық қызғылт немесе сарғыш түсті болып келеді.

Уылдырықтан шыққан дернәсілдерді жеке бассейндерге көшірілді. 5-7 күн өтіп, жарып шыққан дернәсілдердің сарыуыз қапшықтарын жеп тауысқаннан кейін, арнайы бұларға арналған «Aller Aqua Info» жемі беріле бастады. Бастапқыда күніне екі уақыт беріліп отырды. Бассейндегі су лайланған күндері жем беру тоқтатылды. Көлсайлық микижалардың шаруашылықтағы дернәсілдік кезеңінде 1 ай уақыт ішінде 442 данасы өлімге ұшырады. Негізгі себептері бассейндегі судың лайлануы және құрама жемге дағдыланбағандығы әсер етуі мүмкін.

Қақпақ өзенінен ауланған өндірушілерінің жыныс өнімдері көлсайлық микижалардан салыстырмалы түрде 2 есе аз болды. Ұрықтанған уылдырықтар сәуір айының екінші декадасында инкубаторға салынды. 3 апта мерзімде уылдырықтарды жарып шыға бастады. Дернәсілге айналуға 1 ай уақыт толық кетті. Дернәсілдік кезеңде 1 ай уақыт ішінде 182 данасы өлім-жітімге ұшырады. Өлім-жітім мөлшері жоғары, инкубатордан тек 60 %-ы ғана тірі шықты. Салыстырмалы түрде бассейндік шаруашылықта шығу тегі польшалық микижалардың уылдырықтарының инкубатордан тірі шығуы 95% құрайды. Бұл дегеніміз Қақпақ өзенінен ауланған микижаның шаруашылық жағдайында қолдан ұрықтандырып шығарған уылдырықтарының өміршеңдігі мәдени табындардың өндірістік уылдырықтарынан төмен екендігін түсінуге болады.

Микижалардың жабайы популяцияларының шаруашылықта қолдан ұрықтандыру арқылы алынған уылдырықтарының шабақтық кезеңдері маусым айынан бастап, қазан айына дейінгі кезеңді қамтыды және осы уақыт аралығында олардың күй жағдайы жіті қадағаланды. Бақылау күнделігіне сәйкес маусым айында орташа салмағы 0,5 г болған көлсайлық және қақпақтық микижалардың шабақтары қазан айында 3-5 г салмаққа жетті. Құрама жемге үйренуі дернәсілдік кезеңмен салыстырғанда біршама жақсарды. Алайда, қорек тұтынуы белсенді емес, кейбір күндері тіпті жем жемейді. Судың лайлануы шабақтардың тәбетіне әсер етеді. Мұндай жағдайлардың алдын алу үшін лайланған бассейндерді күнделікті тазалап отыруға тура келеді.

Шаруашылықта өскен жабайы микижа популяцияларының шабақтарының дене ұзындығы төрт ай уақыт өткен соң қазан айының соңында алынды. Шабақтық кезеңдегі ұзындық бойынша өсу көрсеткіштері кесте 31 және 32 ұсынылған.

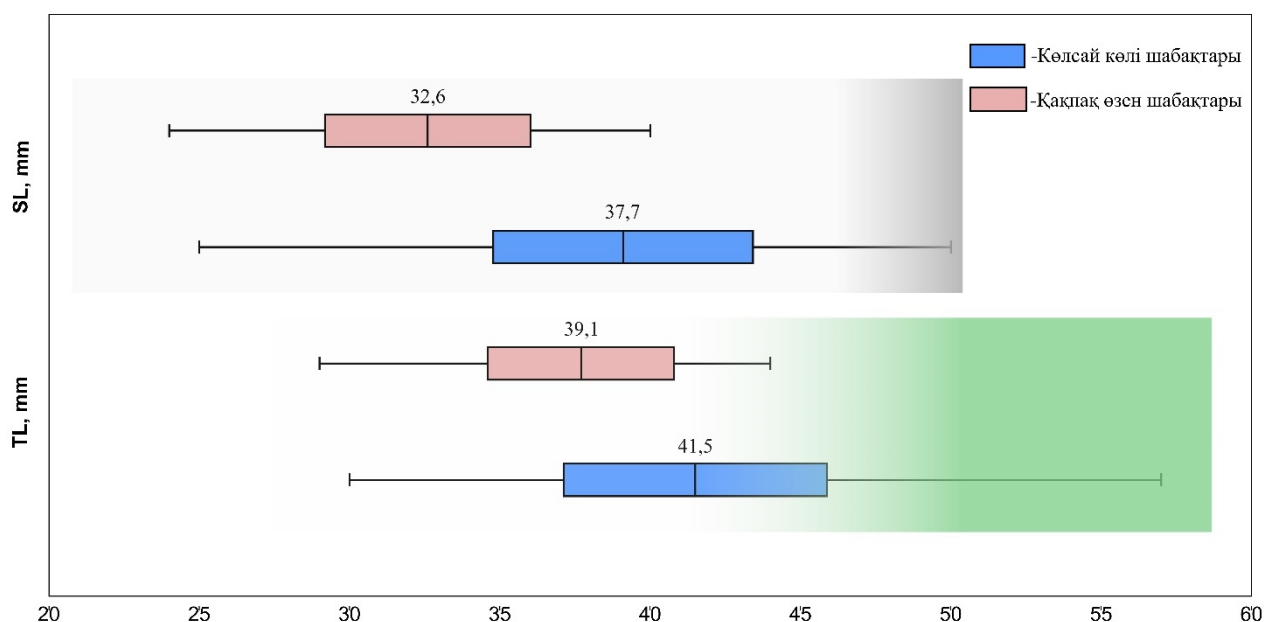
Кесте 31 – Бақылау уақыт аралығында Төменгі Көлсай көлі микижаларының шаруашылықта өскен шабақтарының ұзындық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	28.11.2022 (n=25)		29.03.2023 (n=25)		ttest
	min-max	M±m	min-max	M±m	
TL, мм	30-57	41,5±4,38	89-200	120,1±16	4,74
SL, мм	25-50	39,1±4,32	83-173	104,5±17,9	3,55
Стьюдент t-тестінің критикалық мәні = 2,015, маңыздылық деңгейі $\alpha = 0,05$					

Кесте 32 – Бақылау уақыт аралығында Қақпақ өзені микижаларының шаруашылықта өскен шабақтарының ұзындық көрсеткіштері

Көрсеткіштері	28.11.2022 (n=21)		29.03.2023 (n=25)		ttest
	min-max	M±m	min-max	M±m	
TL, мм	29-44	37,7±3,11	88-161	118,5±10,6	7,10
SL, мм	24-40	32,6±3,42	82-151	109,2±10,1	7,18
Стьюдент t-тестінің критикалық мәні = 2,015, маңыздылық деңгейі $\alpha = 0,05$					

4 ай уақыт аралығында абсолютті және стандартты ұзындықтары бойынша микижа шабақтарының өсу көрсеткішінде статистикалық тұрғыда айырмашылық бар. Ал, екі популяцияның көрсеткіштерін салыстырсақ екеуінің өсу темпі диапазоны ауытқығанымен, орташа мәндері бір-біріне аздап жақын келеді, яғни аралықтары 3-4 мм шамасында ауытқиды (сурет 34).



Сурет 34 –Микижалардың жабайы популяцияларының шаруашылықтағы шабақтарының 4 айдағы дене ұзындығының өсу темпі

Зерттеуге алынған Көлсай көлі және Қақпақ өзендерінен ауланған табиғи микижа үйірлерінен 2022 жылдың сәуір айында «Есік бахтақ өсіру шаруашылығы» жағдайында уылдырық алынды. Бір айға созылған инкубациялық аппараттан Көлсай көліндегілерден 900 дана, ал Қақпақ өзені үйірінен 600 дана уылдырықтар тірі шықты. Ең қиын кезең уылдырықтан шығып, дернәсілдік кезеңге дейінгі уақыт болды, себебі бұл уақытта 60 %-ы қырылды. Шабақтық кезеңде де біршамасы өлім-жітімге ұшырады. Бассейндегі судың ластануы, қоректік жемге үйренбеу сияқты факторлар әсерінен қалған 40% -дан 30%-ға жуығы тағы қырылды.

Бақылау уақытынан бастап бастапқыда Көлсай микижасынан алынған уылдырықтардың 900 данасы тірі шықса, соңында тек 55 данасы тірі қалды. Ал Қақпақ өзені микижасынан алынған уылдырықтардың 600 данасы шығып, олардың тірі қалғаны тек 30 дана ғана болды. Тірі қалудың пайыздық көрсеткіші Көлсай көлі микижасы үшін 6,1% болса, ал Қақпақ өзені микижасында 5% құрады (кесте 33).

Кесте 33 - Табиғи микижа популяцияларының шаруашылық жағдайында алынған уылдырықтардың өміршеңдігі

Суқойма шабақтары	Уылдырықтан шыққан саны, дана	Тірі қалды, дана	Өміршеңдігі %
Көлсай көлі	900	55	6,1
Қақпақ өзені	600	30	5

Қазақстан Республикасының Үкіметі қабылдаған балық шаруашылығын дамыту бағдарламасына сәйкес [225] халықтың балық өнімдеріне өсіп келе жатқан сұранысын қанағаттандыру мақсатында жеке шаруашылықтарда бахтақ өсіру тиімді бола бастады. Алайда, елімізде аквакультура саласында өсірілетін құбылмалы бахтақтың аналық табыны жоқ, сондықтан отырғызу материалы ретінде алыс шетелдерден, мәселен Дания, Польша, Чехия және Түркия елдерінен әкелінеді. Шетелдік шаруашылықтар біздің елге тек стерильді триплоидты балықтарды ғана ұсынады. Бұл бір жағынан балықтар жабайы және өсірілген диплоидты балықтарға қарағанда біршама өсу артықшылығына ие. Екінші жағынан, олар жеткізушілерге отырғызу материалына тұрақты сұранысты қамтамасыз етеді.

Әдетте, триплоидты балықтардың жергілікті балық түрлерімен шағылысуы жүрмейді, бұл өз кезегінде генотипті бұзуға жол бермейді. Алайда, мұның қаншалықты дұрыстығын білу үшін мәдени табындарға жабайы үйірлердің өндірушілерін өзара шағылыстыру бойынша шағын экспериментальды жұмыстар жүргізілді.

22 сәуір 2022 жылы «Есік бахтақ өсіру шаруашылығында» шығу тегі польшалық микижаның жыныстық жетілген аналық дараларын іріктеп алып, олардың уылдырықтарын шығарып, Көлсай көлі және Қақпақ өзенінен ауланған жыныстық жетілген аталық микижалардың шәуетін қосып, құрғақ әдіс арқылы ұрықтандырдық. Польшалық аналық даралар, жабайы аталық микижа дараларына қарағанда ірі болды (кесте 34).

Кесте 34 – Жыныстық жетілген мәдени және жабайы микижа өндірушілерінің биологиялық сипаттамалары

Микижа түрлері	TL, мм	SL, мм	Q, г	Жынысы	Сатысы
Шығу тегі польшалық	520	460	2140	аналық	IV
Шығу тегі польшалық	465	430	1940	аналық	IV
Көлсай көлі	280	255	258	аталық	IV
Көлсай көлі	340	310	620	аталық	IV
Қақпақ өзені	260	230	170	аталық	IV

Ұрықтанған уылдырықтарды вертикальды инкубациялық аппараттарға салдық. Бұл кездері судың температурасы 11⁰С болды. 31 күннен кейін, яғни 24 мамыр 2024 жылы дернәсілдер уылдырықтарды жарып шыға бастады. Алайда, аппараттағы уылдырықтардың 85-90% өліп қалды. Қалған 10% дернәсілдік фазадан шабақтық кезеңге өтіп, аздап шығынмен тіршілігін жалғастырды. Әрине бұл күтпеген нәтиже болды. Себебі, бірыңғай аналықтардан тұратын мәдени табындардың триплоиды даралары толық стерильді емес екендігін көрсетеді. Мұндай жағдайлардың орын алуы биологиялық ластану болып табылады, яғни жергілікті бірегей генофонды микижалармен шаруашылықтан шыққан микижалардың гибридизациясы жүруі бек мүмкін.

Көптеген балық өсіруші фермерлер балық қорғау қондырғыларын дұрыс орнатпай немесе бассейндегі және тоғандағы су мөлшерін игере алмай, сонымен қатар үлкен бөгендерге орнатылған шарбақтардың жыртылуы салдарынан көп ауқымда микижаның мәдени табындарының сол аумақтағы өзен және оның тармақтарына таралатыны анық. Әсіресе мұндай жағдай Алматы облысында жиі кездеседі.

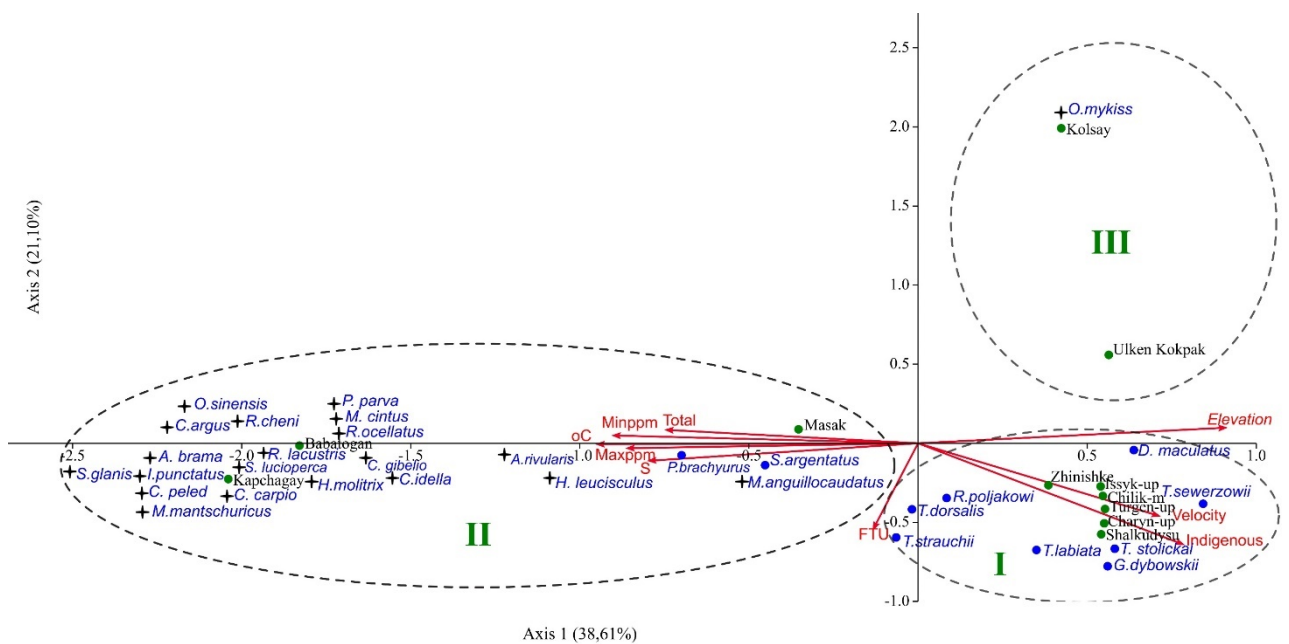
Ауызша мәліметтерге сүйенсек кейбір әуесқойлар өзендерде балық аулауды және туризмді дамыту үшін ешқандай биологиялық негіздемесіз мәдени табындағы микижа шабақтарын жіберетіндігі жиі айтылады. Әрине, олар өздігінен көбеймейді, дегенмен көп мөлшерде жіберілуі сол жердің жергілікті аборигенді ихтиофауна құрамына зардабын тигізетіні сөзсіз.

Халықаралық тәжірибе [226] азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін Қазақстан Республикасында құбылмалы бахтактың өз асыл тұқымды табындарын құру қажет екенін көрсетеді. Осы мақсатта 1960-1970 жылдары Көлсай көлдері мен Текес өзенінің бассейнінде бахтақ популяциясы құрылды [12, 56 б.]. Біз жүргізген жұмыс осы бөгде түрдің бар генотиптік алуантүрлілігін алдын ала бағалауға мүмкіндік береді.

Балқаш бассейнінде өздігінен көбейетін микижа популяцияларының тұрақты болуы Қазақстан Республикасында аквакультура мен азық-түлік қауіпсіздігін дамыту үшін маңызды. Алайда, әлемдік тәжірибе балықтың енгізілуін, сонымен қатар су экожүйелерінің жағдайын бақылау жергілікті ихтиофауна мен экожүйелердің әл-ауқатын сақтау үшін қажет екенін көрсетеді.

Микижаның жабайы популяциялары шаруашылық жағдайына бассейнде өсірілді. Олардың жыныстық жетілген дараларынан жыныс өнімдерін алып, уылдырықтарын ұрықтандырып, шабақтық кезеңге дейін бақылау жүргізілді. Бақылау барысында жабайы популяциялардың дараларынан шыққан уылдырықтары, дернәсілдері және шабақтарының өлім-жітімі жоғары болса, шаруашылық жағдайына бейімделе алатыны анықталды. Көлсай көлі және Қақпақ өзені микижаларының шаруашылықтағы шабақтарының бақылау кезіндегі өсу көрсеткіштерінде статистикалық тұрғыда айырмашылық байқалады. Екі популяцияның шабақтарының өсу темпі диапазоны ауытқығанымен, орташа мәндері бір-біріне аздап жақын келеді. Шаруашылықтағы мәдени (аналық) және табиғаттағы жабайы (аталық) микижаларды қолдан ұрықтандыру жүзеге асырылды. Алайда, олардың тек 5-10% ғана тірі шықты.

Микижа Балқаш көлі бассейнінің әртүрлі су қоймаларында мекендейтін көптеген балық түрлерімен бірге тіршілік ете алады [199, 12 б.]. Балықтардың түрлік құрамын ССА әдісімен талдау су объектілерінің үш топқа бөлінуін көрсетті (сурет 35): (I) негізінен жергілікті түрлер мекендеген тау етегі аймағының су қоймалары; (II) Шелек өзенінің жазық аймағы мен Қапшағай су қоймасы, негізінен бөгде түрлер мекендеген; (III) Төменгі Көлсай мен Үлкен Көкпақ өзендері сияқты тау суқоймалары, негізінен микижалар мен басқа да түрлер мекендейді.



Сурет 35 – Микижаларға арналған басқа балық түрлерінің және қоршаған ортаның айнымалыларының ССА биplotы. Мұнда абиотика қызыл, балық атаулары көк ал суқоймалар жасыл түспен бейнеленген

Қандай да болмасын кез-келген суқоймалардан анықталған бөгде балық түрлері (расталған және расталмаған) не болмаса оларды (микижа) негізсіз басқа өзендер мен көлдерге жерсіндіру ықтималдылығы сол аймақтың ихтиофаунасы мен су объектілерінің жағдайына мұқият назар аударуды және үнемі бақылауда ұстауды талап етеді.

Балқаш бассейнінде микижаның жабайы популяцияларын пайдалану және тұрақты аквакультурасын жүргізу бойынша ұсыныстар:

1. Микижаның жабайы популяцияларын қорғау және мониторингілеу;
 - Балқаш бассейнінің өзен-көлдеріндегі микижалардың жабайы популяцияларының саны мен жағдайына, олардың динамикасы мен жергілікті жағдайларға бейімделуін бағалау үшін тұрақты мониторинг жүргізу.
 - Жабайы микижаларды бақылаусыз аулауға тыйым салу және инспекциялар мен табиғат қорғау құрылымдарын тарта отырып, балық қорғау шараларын күшейту.
 - Табиғи уылдырық шашатын жерлерді сақтау және негізгі мекендеу орындарында қорғалатын аумақтарды құру.
2. Микижаның жабайы популяцияларын тұрақты пайдалану;
 - Жабайы популяцияларды ең аз күйзеліспен және генетикалық әртүрлілікті сақтай отырып, қатаң белгіленген жағдайларда өсіру үшін ғана пайдалану.
 - Генетикалық деградацияның алдын алу және микижалардың жергілікті дараларын сақтау үшін жабайы популяциялардың импорттық штаммдармен бақылаусыз гибридизациясын болдырмау.
 - Аквакультурада өсімін молайту және бейімдеу үшін микижаларды жабайы табиғаттан аулауға арналған квоталарды әзірлеу.

3. Микижаны аквакультурада тұрақты өсіруді дамыту;

Балық өсіру шаруашылықтары үшін оңтайлы жерлерді таңдау:

- Қолайлы гидрологиялық сипаттамалары бар (судың тазалығы, оттегі режимі, температурасы) су қоймаларын таңдау.

- Тұйық сумен жабдықтау қондырғыларын (ТЖҚ) немесе қоршаған ортаға ең аз әсер ететін табиғи су қоймаларын пайдалану.

Қорек сапасын және ұстау жағдайларын бақылау:

- Су қоймалардың эвтрофикациясын азайту үшін құрамында азот пен фосфоры аз экологиялық таза жемді пайдалану.

- Ауру мен күйзеліс қаупін азайту үшін фермалардағы балық қорының тығыздығын оңтайландыру.

- Аурулардың таралуына қарсы профилактикалық шараларды енгізу (вакцинация, тұрақты ветеринариялық бақылау).

Төзімді және бейімделген балықтарды көбейту:

- Акваөсіру үшін жергілікті жағдайларға төзімді және күйзеліске және ауруға аз сезімтал балықтарды таңдау.

- Асыл тұқымды популяциялардың генетикалық әртүрлілігін сақтау бағдарламасын құру.

- Уылдырықты инкубациялаудың және шабақтарды өсірудің экологиялық таза әдістерін қолдана отырып, микижаларды көбейту орталықтарын ұйымдастыру.

4. Микижаны аквакультурада өсірудің экологиялық ағарту шараларын және заңнамалық қолдауларды ұйымдастыру;

- Балық өсірушілерге тұрақты аквакультураны жүргізу бойынша оқыту бағдарламаларын ұйымдастыру.

- Микижалардың жабайы популяцияларын сақтау және табиғи ресурстарды тұрақты пайдаланудың маңыздылығы жөнінде халыққа арналған ақпараттарды жүргізу.

- Микижаларды аулау және көбейту, сондай-ақ балық өсіру шаруашылықтарында экологиялық стандарттарды бақылауды реттеу үшін нормативті-құқықтық базаны жетілдіру және енгізу.

Бұл аталған ұсыныстарды жүзеге асыру микижаның жабайы популяцияларының генетикалық алуантүрлілігін сақтауға және Балқаш бассейні суқоймаларында тұрақты аквакультурасын жүргізуге, су экожүйелеріне антропогендік әсерді барынша азайтуға және балық ресурстарын ұзақ мерзімді пайдалануды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

ҚОРЫТЫНДЫ

1. Балқаш бассейнінің табиғи суайдындарында микижаны *Oncorhynchus mykiss* алғашқы жерсіндірілгеннен кейін шамамен 50 жыл ішінде бастапқыда жіберілген өзен бассейндері аумағынан тыс таралмады. Микижалардың жабайы популяциялары арасында өсу қарқыны, мөлшері, салмағы және жыныстық жетілу жасындағы үлкен айырмашылықтар популяциялар ішіндегі тіпті шағын суқоймаларда да жүзеге асырылатын әртүрлі тіршілік стратегияларын көрсетеді.

2. Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының фенотиптік өзгергіштігі бойынша Қақпақ өзеніндегі микижа популяциясы Балқаш бассейніндегі басқа табындардан фенотиптік оқшауланады. Төменгі Көлсай көліндегі және шығу тегі даниялық микижа табынының үлкен фенотиптік ұқсастығы анықталды. Шығу тегі польшалық және даниялық микижа табындары арасында да айтарлықтай айырмашылықтар бар.

3. Есік өзені бойынша шаруашылықта өсірілген микижаның екі мәдени табынының жағдайы қанағаттанарлық деп бағаланды. Негізгі биоморфологиялық көрсеткіштер бойынша жүргізілген салыстырмалы анализге сәйкес даниялық микижаның өсу қарқыны кейбір артықшылықтарға ие болса, ал польшалық балықтардың өміршеңдік деңгейі біршама жоғары болды.

4. Зерттелген микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары (Төменгі Көлсай көлі, Қақпақ өзені) мен мәдени табындарының (шығу тегі польшалық және даниялық) морфологиялық сипаттамаларын негізгі жүктемелермен PCA талдау арқылы өзара салыстыру кезінде келесідей қорытындылар анықталды:

- Жынысы бойынша Қақпақ өзеніндегі іріктемелерде пектовентральды (PV) аралық аталықтарында ұзын болса, ал антевентральды (aV) аралық бойынша Төменгі Көлсай көліндегі іріктемелері аналықтарынан ерекшеленді. Көлсай көліндегі микижаларда антеанальды (aA) аралық аналықтарында (68,8-81,7%), аталықтарына (75,5-80,1%) қарағанда кең диапазонда ауытқиды. Басынан май қанатқа дейінгі ұзындық (aF) белгісі екі суқоймада да аталықтарында ұзындау болды;

- Микижаның жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының пластикалық белгілерін басты анализдер компонентімен талдауда Қақпақ өзені мен даниялық микижалардың белгілері біршама ұқсас келді. Антеанальды (aA) және вентроанальды (VA) аралықтар Көлсай көлінде мекендейтін микижаларда салыстырмалы түрде басқаларынан кіші болса, ал құйрық сабақшасының ұзындығы (ca), пектровентральды аралыққа (PV) және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасы (Cs) аздап ұзындау болды;

- Бас өлшемдері бойынша польшалық микижалардың басының биіктігі (hc) басқаларынан кіші болса, ал тұмсық ұзындығы керісінше ұзындау болды. Көлсайлық микижалардың көз тұсындағы басының биіктігі (hco) және жоғарғы жақ ұзындығы (lmx) салыстырмалы түрде басқа іріктемелерден кіші болса, көз диаметрі (o) бойынша үлкендігімен ерекшеленді. Шығу тегі даниялық және

Қақпақ өзеніндегі микижалардың интерорбитальды аралығы (io) басқа екеуіне қарағанда үлкендеу болды;

- Меристикалық белгілері бойынша Көлсай көліндегі аналық микижаларда бүйір сызығындағы қабыршақтар саны (II) басқаларынан аз болса, ал бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) керісінше жоғары болды;

- Аталық дараларының пластикалық өлшемдеріне сәйкес басының көз (hco) және шүйде тұсындағы (hc) биіктіктері, көзарты бөлімі (op), жоғарғы жақтың (ltx) ұзындығы және вендроанальды (VA) аралық Қақпақ өзеніндегі аталық микижаларда салыстырмалы түрде ұзын болса, ал Көлсай көліндегі іріктемелер антевентральды аралық (aV) және құйрық қанатының үстіңгі қалақшасының (Cs) ұзын болуымен ерекшеленді. Сандық белгілерінен бірінші желбезек доғасындағы талшықтар саны (spbr) Көлсай көліндегі аталық микижаларда жоғары болса, ал бүйір сызығындағы қабыршақтар саны керісінше Қақпақ өзеніндегі іріктемелерден төмен болды.

5. Микижаның жабайы популяциялары шаруашылық жағдайында бассейнде өсірілді. Олардың жыныстық жетілген дараларынан жыныс өнімдерін алып, уылдырықтарын ұрықтандырып, шабақтық кезеңге дейін бақылау жүргізілді. Бақылау барысында жабайы популяциялардың дараларынан шыққан уылдырықтары, дернәсілдері және шабақтарының өлім-жітімі жоғары болды. Көлсай көлі және Қақпақ өзені микижаларының шаруашылықтағы шабақтарының бақылау кезіндегі өсу көрсеткіштерінде статистикалық тұрғыда айырмашылық байқалады. Екі популяцияның шабақтарының өсу темпі диапазоны ауытқығанымен, орташа мәндері бір-біріне аздап жақын келеді. Шаруашылықтағы мәдени (аналық) және табиғаттағы жабайы (аталық) микижаларды қолдан ұрықтандыру жүзеге асырылды. Алайда, олардың тек 5-10% ғана тірі шықты. Берілген ұсыныстар микижаның жабайы популяцияларының генетикалық алуантүрлілігін сақтауға және Балқаш бассейні суқоймаларында тұрақты аквакультурасын жүргізуге, су экожүйелеріне антропогендік әсерді барынша азайтуға және балық ресурстарын ұзақ мерзімді пайдалануды қамтамасыз етуге мүмкіндік береді.

ПАЙДАЛАНҒАН ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

- 1 Развитие аквакультуры. 3. Управление генетическими ресурсами. Техническое руководство ФАО по ответственному рыбному хозяйству. No. 5, Приложение 3. – Рим: ФАО, 2010. – 154 с.
- 2 Strengthening sector policies for better food security and nutrition results: fisheries and aquaculture. Policy Guidance Note 1. – Rome: FAO & EU. 2016. – 44 p.
- 3 Bégout, M. L., Kadri, S., Huntingford, F., Damsgerd, B. Tools for studying the behaviour of farmed fish. In: Aquaculture and Behavior (Huntingford, F., Jobling, M. & Kadri, S., eds), Oxford: Wiley-Blackwell, 2012. – P. 65–86.
- 4 Мина М.В., Савваитова К.А., Новиков Г.Г. Выявление специфики популяционной структуры при комплексном исследовании вида у рыб //Типовые методики исследования продуктивности видов рыб в пределах их ареалов. Часть 2. – Вильнюс: Мокслас, 1976. -С.123-130
- 5 Артамонова В.С., Махров А.А. Генетические методы в лососеводстве и форелеводстве: от традиционной селекции до нанобиотехнологий. М.: Товарищество научных изданий КМК., 2015. - 128 с.
- 6 Яблоков А.В. Популяционная биология. – М.: Высшая школа, 1987. – 303 с.
- 7 Morange M. How phenotypic plasticity made its way into molecular biology //Journal of biosciences. – 2009. – V. 34. – P. 495-501. [doi:10.1007/s12038-009-0068-5](https://doi.org/10.1007/s12038-009-0068-5)
- 8 MacCrimmon, H.R. World Distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) //Journal of Fisheries Research Board of Canada – 1971. – V.28. – P.663-704.
- 9 Heen K., Monahan R.L., Utter F. Salmon aquaculture – John Wiley & Sons, New York, 1994. – 278 p.
- 10 Cowx, I. G. *Oncorhynchus mykiss*. Cultured Aquatic Species Information Programme. Fisheries and Aquaculture Division – Rome; ФАО, 2022. – 34 p.
- 11 Бирюков Ю.А. *Salmo mykiss* Walbaum – микижа //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т.5. – С.119-125.
- 12 Сидорова А.Ф. *Salmo gairdneri* Richardson – радужная форель, жилая форма стальноголового лосося //Рыбы Казахстана. – Алма-Ата: Гылым, 1992. – Т.5. С.56-119.
- 13 Игнатьева Г.М. Радужная форель *Salmo gairdneri* Richardson, 1836 //Объекты биологии развития», М. Наука. – 1975. – С. 278-307.
- 14 Gall G. A.E., Gross S. J. A genetics analysis of the performance of three rainbow trout broodstocks //Aquaculture. – 1978. – Т. 15. – №. 2. – С. 113-127. [https://doi.org/10.1016/0044-8486\(78\)90057-1](https://doi.org/10.1016/0044-8486(78)90057-1)
- 15 Miller R.R. Notes on the cutthroat and rainbow trouts with the description of a new species from the Gila River, New Mexico //University of Michigan Museum of Zoology Occasional Papers. – 1950. – Vol. 529. – P. 1–42.
- 16 Боровик Е.А. Морфо-биологическая характеристика радужной форели //Фауна и экология животных Белоруссии. – 1969. – С. 136.
- 17 Никольский Г. В. Частная ихтиология. М.: Высш. шк., 1971 – 472 с.

- 18 Needham P. R., Gard R. Rainbow trout in Mexico and California: with notes on the cutthroat series //Berkeley and Los Angeles. Univ. California Press. – 1959. – 108 p.
- 19 Боровик Е.А. Морфологическая характеристика Белорусской популяции радужной форели //Экология позвоночных животных в Белоруссии. – 1965. – С. 117-119.
- 20 Vladykov V.D., Gruchy C.G. Comments on the nomenclature of some subgenera of Salmonidae //Journal of the Fisheries Board of Canada. – 1972. – Т. 29. – №. 11. – С. 1631-1632.
- 21 Дорофеева Е.А. Современные представления о классификации тихоокеанских форелей (род *Parasalmo*) и лососей (род *Oncorhynchus*) //Систематика, биология и биотехника разведения лососевых рыб. – 1994. – С. 55-58.
- 22 Дорофеева Е.А., Савvaitова К.А. Salmonidae //Аннотированный каталог круглоротых и рыб континентальных вод России. – М.: Наука, 1998. – С. 34-35.
- 23 Behnke R.J. Native trout of western North America //American Fisheries Society Monography. – 1992. – № 6. – 275 p.
- 24 Berg W.J., Ferris S.D. Restriction endonuclease analysis of salmonid mitochondrial DNA //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1984. – Т. 41. – №. 7. – С. 1041-1047. <https://doi.org/10.1139/f84-121>
- 25 Smith G.R., Stearley R.F. The classification and scientific names of rainbow and cutthroat trouts //Fisheries. – 1989. – Т. 14. – №. 1. – С. 4-10. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1989\)014<0004:TCASNO>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1989)014<0004:TCASNO>2.0.CO;2)
- 26 Медников Б.М., Шубина Е.А., Мельникова М.Н., Савvaitова К.А. Проблема родового статуса тихоокеанских лососей и форелей (геносистематический анализ) //Вопр. ихтиологии. – 1999. – Т. 39. – №. 1. – С. 14-21.
- 27 Шедько С.В., Мирошниченко И.Л., Немкова Г.А. Филогения лососевых рыб (Salmoniformes: Salmonidae) и ее молекулярная датировка: анализ мтДНК-данных //Генетика. – 2013. – Т. 49. – №. 6. – С. 718-718. DOI: [10.7868/S0016675813060118](https://doi.org/10.7868/S0016675813060118)
- 28 Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб. – 1995. – 343 с. ил.
- 29 Соколов С.Г. Обзор паразитов микижи *Parasalmo mykiss* (Osteichthyes, Salmonidae) полуострова Камчатка //Invertebrate zoology. – 2005. – Т. 2. – №. 1. – С. 35-60.
- 30 Богущкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с номенклатурными и таксономическими комментариями //М.: Товарищество научных изданий КМК. – 2004. – 389 с.
- 31 Животовский Л.А. Генетическая история лососевых рыб рода *Oncorhynchus* //Генетика. – 2015. – Т. 51. – №. 5. – С. 584-584. DOI: [10.7868/S0016675815050100](https://doi.org/10.7868/S0016675815050100)

- 32 Wilson M. V. H., Williams R. R. G. Salmoniform fishes: key fossils, supertree, and possible morphological synapomorphies //Origin and phylogenetic interrelationships of teleosts. – 2010. – С. 379-409.
- 33 Dodson J.J., Laroche J., Lecomte F. Contrasting evolutionary pathways of anadromy in euteleostean fishes //American Fisheries Society Symposium. – 2009. – Т. 69. – С. 63-77.
- 34 Павлов Д.С., Савvaitова К.А., Кузицин К.В., Груздева М.А., Павлов С.Д., Медников Б.М., Максимов С.В. Тихоокеанские благородные лососи и форели Азии. М.: Научный мир. - 2001. - 200 с.
- 35 MacCrimmon H. R. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*): further observations //Journal of the Fisheries Board of Canada. – 1972. – Т. 29. – №. 12. – С. 1788-1791.
- 36 Павлов Д.С., Савvaitова К.А., Кузицин К.В. К проблеме формирования эпигенетических вариаций жизненной стратегии у вида Красной книги-камчатской микижи *Parasalmo mykiss* (Salmonidae, Salmoniformes) //Доклады Академии наук. – Федеральное государственное бюджетное учреждение" Российская академия наук", 1999. – Т. 367. – №. 5. – С. 709-713.
- 37 Кузицин К.В. Формирование и адаптивное значение внутривидового экологического разнообразия лососевых рыб (семейство Salmonidae): дис. в форме науч. доклада ... доктора биол. наук.: – М., 2010. – 49 с.
- 38 Павлов Д.С., Савvaitова К.А., Кузицин К.В., Груздева М.А., Мальцев А.Ю., Стэнфорд Д.А. Разнообразие жизненных стратегий и структура популяций камчатской микижи *Parasalmo mykiss* в экосистемах малых лососёвых рек разного типа //Вопросы ихтиологии. – 2008. – Т. 48. – №. 1. – С. 42-49.
- 39 Мальцев А.Ю. Структура популяций камчатской микижи *Parasalmo mykiss* (Walbaum) в экосистемах лососевых рек разного типа //Автореф. дисс... канд. биол. наук. М.: МГУ. – 2007. – 25 с.
- 40 Савvaitова К.А., Кузицин К.В., Груздева М.А., Павлов Д.С., Стэнфорд Д.А., Эллис Б.К. Долгосрочные и краткосрочные изменения структуры популяций камчатской микижи *Parasalmo mykiss* из рек западной Камчатки //Вопросы ихтиологии. – 2003. – Т. 43. – №. 6. – С. 789-800.
- 41 Савvaitова К.А., Максимов В.А., Мина М.В. Камчатские благородные лососи: (Систематика, экология, перспективы использования как объекта форелеводства и акклиматизации). – Воронеж: Гос. ниверситет, 1973. – 120 с.
- 42 Леман В.Н., Есин Е.В. Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки //М. : Изд-во ВНИРО, 2008. — 100 с.
- 43 Needham P.R., Behnke R.J. The origin of hatchery rainbow trout //The Progressive Fish-Culturist. – 1962. – Т. 24. – №. 4. – С. 156-158.
- 44 Kincaid H.L. National Fish Strain Registry-Trout: species tables of reported strains and broodstocks. – US Fish and Wildlife Service, 1997. – 165 p.

- 45 MacCrimmon H.R. World distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) //Journal of the Fisheries Board of Canada. – 1971. – Т. 28. – №. 5. – С. 663-704. <https://doi.org/10.1139/f71-098>
- 46 Новоженин Н.П. Радужная форель как объект поликультуры в прудовом рыбоводстве //Рыбохозяйственное использование водоемов комплексного назначения. Часть. – 2001. – Т. 2. – С. 173-179.
- 47 Бурмакин Е.В. Акклиматизация пресноводных рыб в СССР //Изв. ГосНИОРХ. – 1963. – Т. 53. – С. 32-35.
- 48 Дрягин П.А. Акклиматизация рыб во внутренних водоемах СССР //Изв. ВНИОРХ. – 1953. – Т. 32. – С. 10-98.
- 49 Ильин Б.С. Ихтиофауна Северной Америки, как источник результатов для акклиматизации //Труды ВНИРО – 1960. – Т.43, Вып. 1. - С. 31-65.
- 50 Магомедов Г.М., Алибекова З.Г. Проблемы и перспективы акклиматизации радужной форели (Род *Salmo*) //ББК 47.2 С23 Редакционная коллегия. – 2019. – С. 163-168.
- 51 Бирюков Ю.А., Максимов В.А., Савваитова К.А., Свиреденко М.А., Сидорова А.Ф., Шаповалов М.В. Первые результаты вселения камчатской микижи в некоторые горные водоемы юго-востока Казахстана. В сб.:// Биологические основы рыбного хоз-ва водоемов Средней Азии и Казахстана. Тез. докл. XVII научной конференции 22 – 26 сентября 1981 г. Балхаш. Фрунзе: Илим, 1981. С. 38 – 39.
- 52 Асылбекова С.Ж., Куликов Е.В. Интродукция рыб и водных беспозвоночных в водоемы Казахстана: результаты и перспективы //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2016. – №. 3. – С. 16-29.
- 53 Сидорова А.Ф. Акклиматизация радужной форели в горных водоемах Юго-Восточного Казахстана //Чтения памяти академика Евгения Никаноровича Павловского. Алма-Ата. – 1973. – С. 44-57.
- 54 Бирюков Ю.А. Сравнительные особенности развития микижи *Salmo mykiss* (Walbaum) и радужной форели *Salmo gairdneri* (Richardson) в связи с интродукцией их в водоемы ЮгоВосточного Казахстана : автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 1982. – 22 с
- 55 Сидоров Е.Г. Биология скребней—паразитов форели, акклиматизированной в водоемах Тянь-Шаня //Паразитология. – 1992. – Т. 26. – № 6. – С. 470-474.
- 56 Климов Ф.В., Мамилов Н.Ш. Современный состав ихтиофауны р. Шелек в горной и предгорной зонах// Вестник КазНУ. Серия экологическая, №1 (33). 2012. С. 85-87.
- 57 Кожабаяева Э.Б., Аблайсанова Г.М., Амирбекова Ф.Т., Пазылбеков М.Ж., Абилов Б.И. Современное состояние радужной форели *Parasalmo mykiss* в Кольсайских озерах //Вестник КазНУ. Серия: Экологическая. – 2019. – Т. 59. – №. 2. – С. 132-141.

58 Исмуханов Х.К., Сансызбаев Е.Т., Аблайсанова Г.М., Баққожа Ж.М. Исбеков К.Б. Воспроизводство радужной форели (*Parasalmo mykiss*) озера Нижний Кольсай Государственного национального природного парка «Кольсай Колдери» //Herald of science of S Seifullin Kazakh agro technical research university. – 2022. – №. 3 (114). – С. 55-62.

59 Есимсиитова З.Б., Нуртазин С.Т., Базарбаева Ж.М., Решетова О.А. Гистологическое изучение жабр радужной форели, обитающей в реке Тургенъ //Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2013. – №. 6. – С. 34-37.

60 Мынбаева Б.Н., Уалиева Д.А., Бекманов Б.О., Воронова Н.В. Мониторинг гидрохимических и экологических характеристик горных рек и озер Южного Казахстана для оценки состояния акклиматизированной радужной форели //Современные проблемы науки и образования. – 2015. – №. 5. – С. 629-629.

61 Мынбаева В.Н., Уалиева Д.А., Бекманов Б.О., Воронова Н.В. Выделение днк казахстанской радужной форели //Вестник Национальной Академии наук Республики Казахстан. – 2016. – Т. 5. – №. 363. – С. 198-204.

62 Асылбекова С.Ж. Акклиматизация рыб и водных беспозвоночных в водоемах Казахстана результаты и перспективы: дис. – Астрахан. гос. ун-т, 2017. 348 с.

63 Бирюков Ю.А., Максимов В.А., Саваитова К.А. О результатах интродукции камчатской микижи (*Salmo mykiss* Walbaum) в горные водоемы Юго-Восточного Казахстана //Изучение зоопродуцентов в водоемах бассейна р. Или: (Сб.научн. трудов). Алма-Ата: КазГУ, 1982. С. 194-207.

64 Андреев В.Л. 1980. Классификационные построения в экологии и систематике. М.: Наука, 142 с.

65 Яблоков А.В., Ларина Н.И. «Введение в фенетику популяций. Новый подход к изучению природных популяций», Москва «Высшая школа», 1985.- 6 с.

66 Глазко В.И., Косовский Г.Ю., Глазко Т.Т. Геномные источники разнообразия как драйверы доместикации (обзор) //Сельскохозяйственная биология. – 2022. – Т. 57. – №. 5. – С. 832-851. [doi: 10.15389/agrobiology.2022.5.832rus](https://doi.org/10.15389/agrobiology.2022.5.832rus)

67 Zeder M.A. Core questions in domestication research //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2015. – Т. 112. – №. 11. – С. 3191-3198. <https://doi.org/10.1073/pnas.150171111>

68 Салменкова Е.А. Популяционно-генетические процессы при интродукции рыб //Генетика. – 2008. – Т. 44. – №. 7. – С. 874-884.

69 Glazko V., Zybaïlov B., Glazko T. Asking the right question about the genetic basis of domestication: what is the source of genetic diversity of domesticated species //Adv. Genet. Eng. – 2015. – Т. 4. – №. 2. – С. 2169-0111.

70 Макоедов А.Н., Коротаева О.Б. Популяционная фенетика рыб. - М.: УМК «Психология», 1999. - 279 с.

- 71 Алтухов Ю.П. Генетические последствия селективного рыболовства // Генетика. - 1994. - Т. 30, № 1. - С. 5-21.
- 72 Simpson M.L., Cox C.D., Allen M.S., McCollum J.M., Dar R.D., Karig D.K., Cooke J.F. Noise in biological circuits //Wiley Interdisciplinary Rev. Nanomed. Nanobiotechn. – 2009. – V. 1. – №. 2. – С. 214-225. <https://doi.org/10.1002/wnan.22>
- 73 Захаров В.М., Трофимов И.Е. Оценка состояния биоразнообразия: исследование стабильности развития. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2019. - 160 с.
- 74 Степанова Д.Ю. Внутривидовое генетическое разнообразие рыб в аквакультуре //В мире научных открытий. – 2020. – С. 121-123.
- 75 Животовский Л.А. Показатели популяционной изменчивости по полиморфным признакам //Фенетика популяций. М.: Наука. – 1982. – С. 38-44.
- 76 Зотова Е.А., Сониная Е.Э., Макаров С.Н., Пудовкина А.С., Гусева Л.В. Пути минимизации негативного воздействия хозяйственной деятельности и их правовая регуляция //Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2018. – №. 9. – С. 52-59.
- 77 Sedgwick S.D. Trout farming handbook. – Fishing News Books Ltd., 1995. – №. Ed. 6. – 164 pp.
- 78 Титарев Е.Ф. Состояние и перспективы форелеводства в СССР //Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. – 1990. – №. 59. – С. 33-34.
- 79 Мадеев С.А., Савельева И.С., Богданова Ю.З. Разведение форели //Актуальные вопросы науки и хозяйства: новые вызовы и решения. – 2017. – С. 198-200.
- 80 Григорьев С.С., Седова Н.А. Индустриальное рыболовство: в 2х частях. Часть 1. Биологические основы и основные направления разведения рыбы индустриальными методами. Петропавловск Камчатский, Изд-во КамчатГТУ, 2008. – 186 с.
- 81 Hardy R.W., Fornshell G.C.G., Brannon E.L. Rainbow trout culture //Encyclopedia of Aquaculture. – 2000. – С. 716-722.
- 82 Голод В.М. Основные направления развития форелеводства в России //Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2012. - №5.- С.611-615.
- 83 Зохидова И.С. Аквакультура лососёвых //Central Asian Academic Journal of Scientific Research. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 195-200.
- 84 Голод В.М. Новая порода форели - Рофор //Второй Международный симпозиум «Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре»: матер. докл. – 1999. – С. 4-7.
- 85 OECD-FAO. Fish and Seafood. OECD/FAO Agricultural Outlook 2018–2027. 2018. Available online: <http://www.oecd-ilibrary.org> (accessed on 4 July 2022).
- 86 D’Agaro E., Gibertoni P. P., Esposito S. Recent trends and economic aspects in the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sector //Applied Sciences. – 2022. – Т. 12. – №. 17. – С. 8773. <https://doi.org/10.3390/app12178773>

87 Князева Л.М., Шумилина А.К., Костюничев В.В., Остроумова И. Н. Биологические особенности молоди сиговых и форели в условиях индустриального выращивания //Научные тетради. СПб: Изд. ФГНУ «ГосНИОРХ. – 2007. – 56 с.

88 Долов М.М., Хабжоков А.Б., Гетоков О.О., Казанчев С.Ч., Хашегульгов Ш.Б., Исмаилов А.А. Эколого-биологические особенности ручьевой форели при выращивании в заводских условиях //Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2019. – №. 10. – С. 66-73.

89 FAO. The State of World Fisheries and Aquaculture. Towards Blue Transformation. 2022. Available online: www.fao.org (Дата обращения: 4.07.2022).

90 Садвакасов К.К., Тимирханов С.Р., Ли Д.В. Рекомендуемая схема региональной специализации товарного рыбоводства Казахстана //Вестник КазЭУ. – 2015. – №. 6. – С. 90-106.

91 Постановление Правительства Республики Казахстан от 5 апреля 2021 года № 208. Программа развития рыбного хозяйства на 2021 – 2030 годы. – 2021. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/P2100000208>. (Дата обращения: 15.12. 2023).

92 Козлов А.И., Козлова Т.В., Бубырь И.В., Демчук А.Э. Некоторые аспекты развития аквакультуры //Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. – 2012. – №. 2. – С. 43-47.

93 Ануарбеков С.М., Кабланов К.Б., Евсеева А.А. Результаты эксперимента по выращиванию молоди радужной форели в садках в условиях оптимизации температурного режима //Современные тенденции развития науки и производства. – 2016. – С. 45-50.

94 Жаркенов Д.К., Неваленный А.Н., Исбеков К.Б., Асылбекова С.Ж., Ануарбеков С.М. Технология выращивания форели на Таинтинском водохранилище в Восточно-Казахстанской области //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2017. – №. 4. – С. 85-94. DOI: [10.24143/2073-5529-2017-4-85-94](https://doi.org/10.24143/2073-5529-2017-4-85-94)

95 Бадрызлова Н.С., Федоров Е.В., Койшыбаева С.К. Опыт использования искусственных кормов отечественного происхождения при выращивании радужной форели в Алматинской области //Новости науки Казахстана. – 2017. – №. 4. – С. 143-165.

96 Судакова Н.В., Кушникова Л.Б., Ануарбеков С.М., Евсеева А.А., Жаркенов Д.К. Особенности садкового выращивания пеляди (*Coregonus peled*) и радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в горных водоёмах восточного Казахстана //Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК–продукты здорового питания. – 2017. – №. 4 (18). – С. 21-27.

97 Жаркенов Д. К. Исбеков, К. Б., Садыкулов, Т. С., Ануарбеков, С. М. Результаты выращивания товарной продукции форели в условиях Восточно-Казахстанской области //Аграрная наука-сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии. – 2017. – С. 169-171.

98 Кушникова Л. Б., Ануарбеков С. М., Евсеева А. А. Лимитирующие факторы при садковом выращивании рыбы в горных водоемах Восточного

Казахстана //Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). – 2018. – №. 1. – С. 127-135.

99 Мухрамова А.А., Маратова Г.М. Тауарлық бахтақ балығын бассейндік жағдайда әртүрлі су ағымдарында тәжірибелік өсіру //Ғылым және білім. – 2018. – №2 (51). – С. 103-104.

100 Мухрамова А.А., Самбетбаев А.А. Исследования в области кормопроизводства для рыбной отрасли Казахстана //Научные исследования: теория, методика и практика. – 2019. – С. 127-130.

101 Айткалиева А.А., Альпеисов Ш.А., Ибажанова А.С. Сравнительная оценка морфофункционального состояния рыбопосадочного материала и товарной радужной форели при использовании кормов с добавлением препарата пробиотического действия //Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. – 2020. – №. 1. – С. 131-137.

102 Медведев И.С., Кушникова Л.Б. Товарное выращивание радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в садках на Усть-Каменогорском водохранилище //Современное состояние и развитие аквакультуры: экологическое и ихтиопатологическое состояние водоемов и объектов разведения, технологии выращивания. – 2020. – С. 114-117.

103 Портная Т.В. Влияние температуры воды при доинкубации икры на развитие радужной форели //Аграрна наука та харчові технології. – 2017. – №. 3. – С. 258-267.

104 Голованов В.К. Экспериментальная оценка верхней температурной границы жизнеобитания у молоди пресноводных видов рыб //Труды Мордовского государственного природного заповедника им. ПГ Смидовича. – 2013. – №. 11. – С. 125-132.

105 Лифанова Д.А., Гуркина О.А. Качество воды при разведении форели //Актуальные проблемы ветеринарной медицины, пищевых и биотехнологий. – 2016. – С. 387-392.

106 Кузнецов М.Ю., Пильтяева В.В., Кузнецова Т.А. Исследование гидрохимического состава воды при разведении форели //Безопасность и качество сельскохозяйственного сырья и продуктов питания. – 2017. – С. 157-161.

107 Тарасова С.П. Форелеводство в условиях искусственного воспроизводства //Вестник Кыргызского национального аграрного университета им. КИ Скрябина. – 2014. – №. 1. – С. 171-173.

108 Atland A. Behavioural responses of brown trout, *Salmo trutta*, juveniles in concentration gradients of pH and Al-a laboratory study //Environmental Biology of Fishes. – 1998. – Т. 53. – С. 331-345.

109 Таразевич Е. В. Влияние NaCl на эффективность содержания личинок радужной форели в условиях *in vitro* //Животноводство и ветеринарная медицина. – 2020. – №. 4. – С. 3-7.

110 Хрусталеv Е.И. Полициклические технологии в индустриальном рыбководстве //Рыбное хозяйство. – 2008. – №. 5. – С. 57-59.

111 Абдуназаров Д.Б., Юлдашов М.А., Соатов У.Р., Камилов Б.Г. Индустриальное форелеводство / - Ташкент, Издательство «LESSON PRESS», 2019. - 164 с.

112 Гасанов Л.Ш., Наумова В.В., Васина С.Б. Эффективность использования комбикормов разных компаний при кормлении мальков радужной форели //Аграрная наука и образование на современном этапе развития: опыт, проблемы и пути их решения. – 2012. – Т. 1. – С. 89-94.

113 Пивторак Я.И., Бобель И.Ю. Интенсивность роста и развития радужной форели при использовании кормов Aller Aqua и Aquafeed Fischfutter //Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені СЗ Гжицького. – 2017. – Т. 19. – №. 79. – С. 73-77.

114 Завьялова Е.А., Дрошнев А.Е., Булина К.Ю., Карпова М.А. Мониторинг эпизоотической ситуации по болезням рыб: факты и перспективы //Труды Всероссийского НИИ экспериментальной ветеринарии им. ЯР Коваленко. – 2018. – Т. 80. – №. 1. – С. 182-189.

115 Головин П.П., Щелкунов И.С., Юхименко Л.Н. Профилактика и терапия болезней рыб //Рыбоводство и рыбное хозяйство. – 2006. – №. 3. – С. 62-63.

116 Артамонова В.С., Махров А.А. Генетические методы в лососеводстве и форелеводстве: от традиционной селекции до нанобиотехнологий. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2015. – 128 с.

117 Акимов В.В., Темирова С.У. Анализ роста и развития радужной форели разных генотипов в ООО «Карельская форель» //Интеллектуальный потенциал молодых ученых как драйвер развития АПК. – 2021. – С. 159-162.

118 Innal D., Akan F.E. Evaluation of the stocking success of rainbow trout [*Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792)] in Çamkoru Pond (Çamlıdere-Ankara) //Hacetatepe Journal of Biology and Chemistry. – 2010. – Т. 38. – №. 2. – С. 155-158.

119 Soto D., Arismendi I., González J., Sanzana J., Jara F., Jara C., Lara, A. Southern Chile, trout and salmon country: invasion patterns and threats for native species //Revista chilena de historia natural. – 2006. – Т. 79. – №. 1. – С. 97-117.

120 Ростовцев А.А., Романов В.И., Интересова Е.А. Распространение форели в бассейне Верхней Оби //Водные биологические ресурсы. – 2021. – С. 32-41. [DOI 10.33920/sel-09-2106-03](https://doi.org/10.33920/sel-09-2106-03)

121 Гуськов Г.Е. Распространение радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в черном море в 2022-начале 2023 гг //Экологическая безопасность и сохранение генетических ресурсов растений и животных России и сопредельных территорий. – 2023. – С. 46-51.

122 Thibault I., Dodson J. Impacts of exotic rainbow trout on habitat use by native juvenile salmonid species at an early invasive stage //Transactions of the American Fisheries Society. – 2013. – Т. 142. – №. 4. – С. 1141-1150. <https://doi.org/10.1080/-00028487.2013.799516>

123 Quiroga S., Kacoliris F., García I., Povedano H., Velasco M., Zalba S. Invasive rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* preying on the endangered naked

characin *Gymnocharacinus bergii* at its thermal limits //Journal of Fish Biology. – 2017. – Т. 91. – №. 6. – С. 1745-1749. <https://doi.org/10.1111/jfb.13478>

124 Shelton J.M., Samways M. J., Day J.A. Predatory impact of non-native rainbow trout on endemic fish populations in headwater streams in the Cape Floristic Region of South Africa //Biological Invasions. – 2015. – Т. 17. – С. 365-379.

125 Martín-Torrijos L., Sandoval-Sierra J.V., Muñoz J., Diéguez-Uribeondo J., Bosch J., Guayasamin J.M. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) threaten Andean amphibians //Neotropical Biodiversity. – 2016. – Т. 2. – №. 1. – С. 26-36. <https://doi.org/10.1080/23766808.2016.1151133>.

126 Drinan D.P., Webb M.A.H., Naish K.A., Kalinowski S.T., Boyer M.C., Steed A.C., Shepard B.B., Muhlfeld C.C. Effects of hybridization between nonnative rainbow trout and native westslope cutthroat trout on fitness-related traits //Transactions of the American Fisheries Society. – 2015. – Т. 144. – №. 6. – С. 1275-1291. [DOI: 10.1080/00028487.2015.1064475](https://doi.org/10.1080/00028487.2015.1064475)

127 Hitt N.P., Frissell C.A., Muhlfeld C.C., Allendorf F.W. Spread of hybridization between native Westslope Cutthroat Trout, *Oncorhynchus clarki lewisi*, and nonnative Rainbow Trout, *Oncorhynchus mykiss*. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences, 2003, no. 60, pp. 1440–1451. [DOI: 10.1139/f03-125](https://doi.org/10.1139/f03-125)

128 Lowe S., Browne M., Boudjelas S., De Poorter M. 100 of the world's worst invasive alien species: a selection from the global invasive species database. – Auckland: Invasive Species Specialist Group, 2000. – Т. 12. – С. 1-13.

129 Rasmussen J.B., Robinson M.D., Heath D.D. Ecological consequences of hybridization between native westslope cutthroat (*Oncorhynchus clarkii lewisi*) and introduced rainbow (*Oncorhynchus mykiss*) trout: effects on life history and habitat use //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2010. – Т. 67. – №. 2. – С. 357-370.

130 Dunham J. B., Pilliod D. S., Young M. K. Assessing the consequences of nonnative trout in headwater ecosystems in western North America //Fisheries. – 2004. – Т. 29. – №. 6. – С. 18-26.

131 Simonović P., Marić S., Nikolić V. Trout *Salmo* spp. complex in Serbia and adjacent regions of the western Balkans: reconstruction of evolutionary history from external morphology //Journal of Fish Biology. – 2007. – Т. 70. – С. 359-380.

132 Дгебуадзе Ю.Ю. Проблемы инвазий чужеродных организмов //Экологическая безопасность и инвазии чужеродных организмов. М.: МСОП, ИПЭЭ РАН. – 2002. – С. 11-14.

133 Мамилов Н.Ш., Балабиева Г.К., Койшыбаева Н.Н. Распространение чужеродных видов рыб в малых водоемах Балхашского бассейна //Российский журнал биологических инвазий. – 2010. – Т. 3. – №. 2. – С. 29-36.

134 Исбеков К.Б., Жаркенов Д.К. Чужеродные виды рыб в водоемах бассейна реки Или и проблема биологических инвазий //Известия Национальной академии наук Республики Казахстан. Серия биологическая и медицинская. – 2013. – №. 6 (300). – С. 3-9.

135 Тулькибаева Н.Н., Мамилов Н. Ш. Об адаптационных возможностях некоторых аборигенных и чужеродных видов рыб Балкашского бассейна //Хабаршы. – 2016. – С. 133-136.

136 Кегенова Г.Б. Распространение сорных рыб в прудовых хозяйствах балхашского бассейна //Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2016. – Т. 24. – №. 1. – С. 75-78.

137 Мамилов Н.Ш., Конысбаев Т.Г., Магда И.Н., Васильева Е.Д. Таксономический статус четырех редких чужеродных видов рыб Капчагайского водохранилища (Балхашский бассейн, Центральная Азия) //Вопросы ихтиологии. – 2021. – Т. 61. – №. 3. – С. 264-272. [DOI: 10.31857/S0042875221030085](https://doi.org/10.31857/S0042875221030085)

138 Strayer D. L. Alien species in fresh waters: ecological effects, interactions with other stressors, and prospects for the future //Freshwater biology. – 2010. – Т. 55. – С. 152-174. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2427.2009.02380.x>

139 Веселов Е.А. Определитель пресноводных рыб фауны СССР //М.: Просвещение. – 1977. – 288 с.

140 Коблицкая А. Ф. Определитель молоди пресноводных рыб. – Легкая и пищевая промышленность, 1981. – 208 с.

141 Мягков Н.А. Атлас-определитель рыб: Кн. для учащихся. – М., Просвещение, 1994. – 282 с.: ил.

142 Богуцкая Н.Г., Насека А.М. Каталог бесчелюстных и рыб пресных и солоноватых вод России с таксономическими комментариями. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 389 с.

143 Eschmeyer's Catalog of Fishes: (Қарастырылған уақыты: 27.12.2023). <https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>

144 Froese R. and Pauly D. Editors. FishBase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org, version (08/2021). (Қарастырылған уақыты: 27.12.2023).

145 Баимбетов А.А., Тимирханов С.Р. Казахско-русский определитель рыбообразных и рыб Казахстана. – Алматы: Қазақ университеті, 1999. – 347 с.

146 Дукравец Г.М., Мамилов Н.Ш., Митрофанов И. В. Рыбы Казахстана: аннотированный список, исправленный и дополненный //Selevinia. – 2016. – Т. 24. – С. 47-71.

147 de Vienne DM (2016) Lifemap: Exploring the Complete Tree of Life. PLOS Biology 14 (12): e2001624. <https://lifemap.univ-lyon1.fr/explore.html> (Қарастырылған уақыты: 17.10.2023).

148 Приказ Министра экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан от 18 октября 2022 года № 662 «Об утверждении Правил подготовки биологического обоснования на пользование животным миром» ИПС Әділет. Дата обращения: 14.08.2023. <https://adilet.zan.kz/rus/docs/V1400009307>

149 Привезенцев Ю.А., Власов В.А. Рыбоводство. — М.: Мир, 2004. — 456 с., ил.

- 150 Уголков С.В. Особенности организации перевозки живой рыбы //Системный анализ и логистика. – 2019. – №. 3. – С. 45-53.
- 151 Недоходов В.А. Особенности перевозки рыбы //XXXIII Международная научно-практическая конференция: «Современные научные исследования». – 2021. – С. 82.
- 152 Мелехин А.В. Бочкарев Н.А., Кашулин Н.А., Зубова Е.М., Терентьев П.М. Фотодокументация морфологических данных у рыб //Вестник Кольского научного центра РАН. – 2021. – Т. 13. – №. 1. – С. 30-36. DOI 10.37614/2307-5228.2021.13.1.003.
- 153 Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб: на примере радужной форели. – М.: Агропромиздат, 1990. – 156 с.
- 154 Есавкин Ю., Панов В., Золотова А. Пресноводное форелеводство. – Lambert. – 2014. – 252 с.
- 155 Барулин Н.В., Лиман М.С., Новикова Е.Г., Шумский К.Л., Атрощенко Л.О., Роговцов С.В., Плавский В.Ю. Рекомендации по выращиванию рыбопосадочного материала радужной форели в рыбоводных промышленных комплексах (с временными нормативами). – Горки : БГСХА, 2016. – 180 с.
- 156 Складов В.Я. Корма и кормление рыб в аквакультуре. – М.: Изд-во ВНИРО, 2008. – 150 с.
- 157 "Әртүрлі технологияларды пайдалана отырып, акваөсірудің негізгі объектілерінің қолдан өсімін молайту, оларды тауарлы өсіру және тасымалдау жөніндегі балық өсіру нормативтерін бекіту туралы" Қазақстан Республикасы Экология, геология және табиғи ресурстар министрінің 2021 жылғы 5 мамырдағы № 127 бұйрығы. 4-қосымша. Құбылмалы бахтақ шабақтарын өсіру жөніндегі балық өсіру нормативтері. (Қарастырылған күні: 11.06.2021). <https://adilet.zan.kz/kaz/docs/V2100022694#z64>
- 158 Гринберг Е.В. Об основных ошибках при взятии зрелых половых продуктов у производителей тихоокеанских лососей, осеменении икры и подготовки ее к инкубации в условиях лососевых рыбноводных заводов //Состояние и пути развития аквакультуры в Российской Федерации в свете импортозамещения и обеспечения продовольственной безопасности страны. – 2018. – С. 60-65.
- 159 Богданова Ю.З., Вьюхов А.А. К вопросу о разведении форели //Развитие современной науки: теоретические и прикладные аспекты. – 2017. – С. 123-124.
- 160 Зохидова И. С. Искусственное разведение лососей //Central Asian Academic Journal of Scientific Research. – 2021. – Т. 1. – №. 1. – С. 201-204.
- 161 Руководство по разведению лосося. <https://u-z-v.ru/uzv-rybovodstvo-razvedenie-ryby>. (Қарастырылған күні: 20.11.2021).
- 162 Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. - М.: Пищевая промышленность, 1966. - 376 с.
- 163 Kottelat M., Freyhof J. Handbook of European Freshwater Fishes. Kottelat, Cornol, Switzerland and Feyhof, Berlin, Germany. 2007. - 646 p.

164 Mina M.V., Levin B.A., Mironovsky A.N. On the possibility of using character estimates obtained by different operators in morphometric studies of fish //Journal of Ichthyology. – 2005. – Т. 45. – №. 4. – С. 284-294.

165 Mironovskii A.N. Factors determining the comparability of data obtained by estimation of morphometric characters in fish //Journal of Ichthyology. – 2006. – V. 46. – P. 178-189. [DOI: 0.1134/S0032945206020056](https://doi.org/10.1134/S0032945206020056).

166 Мина М.В. Способ объективизации и уточнения оценок возраста рыб, в частности микижи *Salmo mykiss* Walbaum, из водоемов Камчатки. Вопросы ихтиологии. - 1973. - Т.13. - Вып. 1. - С.109-118.

167 Яржомбек А.А. Справочные материалы по росту рыб: Лососёвые рыбы. – М.: Изд-во ВНИРО, 2000. – 110 с.

168 Louarn H.L. Comparaison entre les ecailles et d'autres structures osseuses pour la determination de l'age et de la croissance //Tissus durs et age individual des vertebres. Colloque national Bondy, Paris. – 1992. – P. 325-334.

169 Alekseyev S.S., Samusenok V.P., Matveev A.N., Pichugin M.Yu. Diversification, sympatric speciation, and trophic polymorphism of Arctic charr, *Salvelinus alpinus* complex, in Transbaikalia //Environmental Biology of Fishes. – 2002. – V.64. – P.97–114.

170 Животовский Л.А., Ким Х.Ю. Морфологические маркеры пола у горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) //Вопросы ихтиологии. 2015. Т. 55. - № 1. - С. 107-109. [DOI: 10.7868/S0042875215010233](https://doi.org/10.7868/S0042875215010233)

171 Ahmed R.O., Ali A., Al-Tobasei R., Leeds T., Kenney B., Salem M. Weighted single-step GWAS identifies genes influencing fillet color in rainbow trout., Genes 2022, 13, 1331. doi.org/10.3390/genes13081331.

172 Keeley E.R., Parkinson, E.A., Taylor E.B. Ecotypic differentiation of native rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) populations from British Columbia //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2005. – Т. 62. – №. 7. – С. 1523-1539. [doi: 10.1139/F05-062](https://doi.org/10.1139/F05-062)

173 Winans G.A., Baird M.C. A genetic and phenetic baseline before the recolonization of steelhead above Howard Hanson Dam, Green River, Washington// North American Journal of Fisheries Management. – 2010. – V.30. – P.742–756. [DOI: 10.1577/M09-119.1](https://doi.org/10.1577/M09-119.1)

174 Colihueque N. Genetics of skin pigmentation: clues and prospects for improving the external appearance of farmed salmonids //Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2010. – V.20. –P.:71–86. doi.org/10.1007/s11160-009-9121-6

175 Stien L.H., Nilsson J., Bui S., Fosseidengen J. E., Kristiansen T. S., Øverli Ø., Folkedal O. Consistent melanophore spot patterns allow long-term individual recognition of Atlantic salmon *Salmo salar* //Journal of Fish Biology. – 2017. – V.91. – P.1699–1712 [doi:10.1111/jfb.13491](https://doi.org/10.1111/jfb.13491)

176 Hammer O. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis //Palaeontol electron. – 2001. – V. 4. – P. 9.

177 Лакин Г.Ф. Биометрия – М.: Высшая школа, 1990. - 352 с.

178 Ter Braak C.J.F., Verdonschot P.F.M. Canonical correspondence analysis and related multivariate methods in aquatic ecology //Aquatic sciences. – 1995. – V. 57. – №. 3. – P. 255-289.

179 <https://www.originlab.com>. The data analysis and graphing software. Қаралған күні: 05.03.2022.

180 Eaton J.G., McCormick J.H., Goodno B.E., O'brien D.G., Stefany H.G., Hondzo M., Scheller R.M. A field information-based system for estimating fish temperature tolerances //Fisheries. – 1995. – V. 20. – №. 4. – P. 10-18. [https://doi.org/10.1577/1548-8446\(1995\)020<0010:AFISFE>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8446(1995)020<0010:AFISFE>2.0.CO;2)

181 Mamilov N., Sharakhmetov S., Amirbekova F., Bekkozhayeva D., Sapargaliyeva N., Kegenova G., Tanybayeva A., Abilkasimov K. Past, Current and Future of Fish Diversity in the Alakol Lakes (Central Asia: Kazakhstan) //Diversity. – 2022. – V. 14. – №. 1. – P. 1-15. <https://doi.org/10.3390/d14010011>

182 Mamilov N. S., Balabieva G. K., Koishybaeva G. S. Distribution of alien fish species in small waterbodies of the Balkhash basin //Russian Journal of Biological Invasions. – 2010. – V. 1. – P. 181-186.

183 Piferrer F., Beaumont A., Falguière J.C., Flajšhans M., Haffray P., Colombo L. Polyploid fish and shellfish: production, biology and applications to aquaculture for performance improvement and genetic containment //Aquaculture. – 2009. – V. 293. – №. 3-4. – P. 125-156. <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2009.04.036>

184 Darwall W. R. T., Freyhof J. Lost fishes, who is counting? The extent of the threat to freshwater fish biodiversity //Conservation of freshwater fishes. – 2016. – P. 1-36.

185 Villéger S., Blanchet S., Beauchard O., Oberdorff T., Brosse S. Homogenization patterns of the world's freshwater fish faunas //Proceedings of the National Academy of Sciences. – 2011. – V. 108. – №. 44. – P. 18003-18008. <https://doi.org/10.1073/pnas.110761410>

186 Villéger S., Blanchet S., Beauchard O., Oberdorff T., Brosse S. From current distinctiveness to future homogenization of the world's freshwater fish faunas //Diversity and Distributions. – 2015. – V. 21. – №. 2. – P. 223-235. <https://doi.org/10.1111/ddi.12242>

187 Walrath J.D., Dauwalter D.C., Reinke D. Influence of stream condition on habitat diversity and fish assemblages in an impaired upper Snake River Basin watershed //Transactions of the American Fisheries Society. – 2016. – V. 145. – №. 4. – С. 821-834. <https://doi.org/10.1080/00028487.2016.1159613>

188 Шаповалов М.В. Характер питания третьего поколения форели, акклиматизированной в оз. Нижний Кульсай //Изучение зоопродукторов в водоемах бассейна р. Или. Алма-Ата, 1983. С. 184-194.

189 Ren M.L., Guo Y., Zhang Q.L., Zhang R.M. Fisheries resources and fishery of river Yili //Heilongjiang science and technology press: Harbin, China, - 1998. - P. 1-345.

190 Баймуханов М.Т., Баймуханова Ж.М., Ракыбаева А.А., Жданко Л.А. Состояние гидробионтов в водоемах особо охраняемых природных территорий

Республиканского значения Восточно-Казахстанской и Алматинской областей Казахстана (информационно-аналитическое пособие): Алматы, Казахстан, - 2017 - С. 1-137.

191 Tate K.W., Lancaster D.L., Lile D.F. Assessment of thermal stratification within stream pools as a mechanism to provide refugia for native trout in hot, arid rangelands //Environmental monitoring and assessment. – 2007. – V. 124. – P. 289-300.

192 Thurow R. F., Lee D. C., Rieman B. E. Distribution and status of seven native salmonids in the interior Columbia River basin and portions of the Klamath River and Great basins //North American Journal of Fisheries Management. – 1997. – V. 17. – №. 4. – P. 1094-1110. [https://doi.org/10.1577/1548-8675\(1997\)017<1094:DASOSN>2.3.CO;2](https://doi.org/10.1577/1548-8675(1997)017<1094:DASOSN>2.3.CO;2)

193 Crawford S. S., Muir A. M. Global introductions of salmon and trout in the genus *Oncorhynchus*: 1870–2007 //Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2008. – V. 18. – P. 313-344. <https://doi.org/10.1007/s11160-007-9079-1>

194 McDowall R. M. Crying wolf, crying foul, or crying shame: alien salmonids and a biodiversity crisis in the southern cool-temperate galaxioid fishes? //Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2006. – T. 16. – С. 233-422. <https://doi.org/10.1007/s11160-006-9017-7>

195 Westley P. A. H., Quinn T. P., Dittman A. H. Rates of straying by hatchery-produced Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp.) and steelhead (*Oncorhynchus mykiss*) differ among species, life history types, and populations //Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. – 2013. – V. 70. – №. 5. – P. 735-746. <https://doi.org/10.1139/cjfas-2012-0536>

196 McPhee M.V., Utter F., Stanford J.A., Kuzishchin K.V., Savvaitova K.A., Pavlov D.S., Allendorf F.W. Population structure and partial anadromy in *Oncorhynchus mykiss* from Kamchatka: relevance for conservation strategies around the Pacific Rim //Ecology of Freshwater Fish. – 2007. – V. 16. – №. 4. – P. 539-547. [doi: 10.1111/j.1600-0633.2007.00248.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0633.2007.00248.x)

197 Pavlov D.S., Savvaitova K.A., Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Pavlov S.D. Life strategies of mykiss *Parasalmo mykiss* and trout *Salmo trutta* introduced in water bodies of Chili //Journal of Ichthyology. – 2007. – V. 47. – P. 427-437. [DOI:10.1134/S0032945207060021](https://doi.org/10.1134/S0032945207060021)

198 Pavlov D.S., Savvaitova K.A., Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Mal'tsev A.Y., Stanford J.A. Diversity of life strategies and population structure of Kamchatka mykiss *Parasalmo mykiss* in the ecosystems of small salmon rivers of various types //Journal of Ichthyology. – 2008. – V. 48. – P. 37-44. [DOI:10.1134/S0032945208010049](https://doi.org/10.1134/S0032945208010049)

199 Mamilov N.S., Tursynali M., Khassengaziyeva G.K., Urban J., Bartunek D., Sharakhmetov S.E., Sapargaliyeva N., Urgenishbayeva Z., Kegenova G.B., Kozhabaeva E., Baimukanov M.T., Levin B.A. Alien Rainbow Trout *Oncorhynchus mykiss* in the Balkhash Basin (Kazakhstan, Central Asia): 50 Years of Naturalization //Animals. – 2024. – V14. – №. 20 (3013). – P. 1-18. <https://doi.org/10.3390/ani14203013>

200 Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Изд. АН СССР. Ч. – 1948. – С. 1-467.

201 Алексеев С.С., Свириденко М.А. Микижа *Salmo mykiss* Walbaum (Salmonidae) Шантарских островов //Вопросы ихтиологии. – 1985. – Т. 25. – №. 1. – С. 68.

202 MacCrimmon, H.R. World Distribution of rainbow trout (*Salmo gairdneri*) //Journal of Fisheries Research Board of Canada - 1971. – V.28. – P.663-704.

203 Мамилов Н.Ш., Ургенишбаева Ж.И., Турсынали М.Т. Фенотипическая изменчивость диких популяций и культурных стад радужной форели *Oncorhynchus mykiss* в водоемах Балхашского бассейна //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2023. – Т. 95. – №. 2. – С. 106-115. <https://doi.org/10.26577/eb.2023.v95.i2.010>.

204 Colihueque N. Genetics of salmonid skin pigmentation: clues and prospects for improving the external appearance of farmed salmonids //Reviews in Fish Biology and Fisheries. – 2010. – V. 20. – P. 71-86. <https://doi.org/10.1007/s11160-009-9121-6>

205 Cal L., Suarez-Bregua P., Cerdá-Reverter J. M., Braasch I., Rotllant J. Fish pigmentation and the melanocortin system //Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology. – 2017. – V. 211. – P. 26-33. <https://doi.org/10.1016/j.cbpa.2017.06.001>

206 Sugimoto M. Morphological color changes in fish: regulation of pigment cell density and morphology //Microscopy research and technique. – 2002. – V. 58. – №. 6. – P. 496-503. <https://doi.org/10.1002/jemt.10168>

207 Chen S.C., Robertson R.M., Hawryshyn C.W. Ontogeny of melanophore photosensitivity in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) //Biology Open. – 2014. – Т. 3. – №. 11. – С. 1032-1036. <https://doi.org/10.1242/bio.201410058>

208 Woynarovich A., Hoitsy G., Moth-Poulsen T. Small-scale rainbow trout farming. FAO Fisheries and Aquaculture technical paper No561 – FAO, Rome, 2011. – 92 p.

209 Цуладзе В.Л. Бассейновый метод выращивания лососевых рыб. – М.: Агропромиздат, 1990. – 156 с.

210 Pulcini D, Russo T, Reale P, Massa-Gallucci A, Brennan G, Cataudella S. Rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum) develop a more robust body shape under organic rearing //Aquaculture Research. – 2014. – V. 45. – №. 3. – С. 397-409. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2109.2012.03236.x>

211 Keeley E. R., Parkinson E. A., Taylor E. B. The origins of ecotypic variation of rainbow trout: a test of environmental vs. genetically based differences in morphology //Journal of Evolutionary Biology. – 2007. – V. 20. – №. 2. – С. 725-736. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2006.01240.x>

212 Тұрсынәлі М.Т., Ургенишбаева Ж.И. Состояние культурного стада форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях р. Иссык //Материалы международной научной конференции студентов и молодых ученых «Фараби

Әлемі». Алматы, Қазақстан, 6-8 сәуірі 2021 г. – Алматы: Қазақ университеті, 2021. – С. 118.

213 Тұрсынәлі М.Т., Ургенишбаева Ж.И. Сравнительная характеристика биоморфологических показателей двух стад форели *Oncorhynchus mykiss*, культивируемой на р. Иссык (Балқашский бассейн; Республика Қазақстан) //Вестник КазНУ. Серия биологическая. – 2022. – Т. 93. – №. 4. – С. 128-135. <https://doi.org/10.26577/eb.2022.v93.i4.013>.

214 Kawecki T.J. Adaptation to marginal habitats //Annual review of ecology, evolution, and systematics. – 2008. – Т. 39. – №.1. – С. 321-342. <https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.38.091206.095622>

215 Valladares F., Matesanz S., Guilhaumon F., Araújo M.B., Balaguer L., Benito-Garzón M., Zavala M.A. The effects of phenotypic plasticity and local adaptation on forecasts of species range shifts under climate change //Ecology letters. – 2014. – Т. 17. – №. 11. – С. 1351-1364. <https://doi.org/10.1111/ele.12348>

216 Sultan S.E., Spencer H.G. Metapopulation structure favors plasticity over local adaptation //The American Naturalist. – 2002. – Т. 160. – №. 2. – С. 271-283. <https://doi.org/10.1086/341015>

217 Nussey D.H., Wilson A.J., Brommer J.E. The evolutionary ecology of individual phenotypic plasticity in wild populations //Journal of evolutionary biology. – 2007. – Т. 20. – №. 3. – С. 831-844. <https://doi.org/10.1111/j.1420-9101.2007.01300.x>

218 Chevin L. M., Lande R., Mace G. M. Adaptation, plasticity, and extinction in a changing environment: towards a predictive theory //PLoS biology. – 2010. – Т. 8. – №. 4. – С. e1000357. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1000357>

219 Harrison I., Abell R., Darwall W., Thieme M.L., Tickner D., Timboe I. The freshwater biodiversity crisis //Science. – 2018. – V.362:6421, 1369. [doi:10.1126/science.aav9242](https://doi.org/10.1126/science.aav9242).

220 Toussaint A., Charpin N., Beauchard O., Grenouillet G., Oberdorff T., Tedesco P.A., Brosse S., Villéger S. Non-native species led to marked shifts in functional diversity of the world freshwater fish faunas //Ecology Letters. – 2018. – V.21. – P.1649–1659. [doi: 10.1111/ele.13141](https://doi.org/10.1111/ele.13141).

221 Van Rees C.B., Waylen K.A., Schmidt-Kloiber A., Thackeray S.J., Kalinkat G., Martens K., Domisch S., Lillebø A.I., Hermoso V., Grossart H.P., Schinegger R., Decler K., Adriaens T., Denys L., Jarić I., Janse J.H., Monaghan M.T., De Wever A., Geijzendorffer I., Adamescu M.C., Jähnig S.C. Safeguarding freshwater life beyond 2020: Recommendations for the new global biodiversity framework from the European experience //Conservation Letters - 2021, 14:e12771, 1-17. [DOI:10.1111/conl.12771](https://doi.org/10.1111/conl.12771).

222 Stanković D., Crivelli A. J., Snoj A. Rainbow trout in Europe: introduction, naturalization, and impacts //Reviews in Fisheries Science & Aquaculture. – 2015. – V. 23. – №. 1. – С. 39-71. <https://doi.org/10.1080/23308249.2015.1024825>

223 Баймуканов М.Т. Практические вопросы сохранения биоразнообразия рыб в водоемах особо охраняемых природных территорий //Eurasian Journal of Ecology. – 2016. – Т. 33. – №. 1. - С.12-19.

224 Приказ №17-01 от 25.02.2022 ГГУ ГНПП «Кольсай Колдери» КРХ МЭГПР РК «Нерест 2022 о мерах по охране рыбных ресурсов в нерестовой период».

225 Программа развития рыбного хозяйства на 2021-2030 годы. Утверждена постановлением Правительства Республики Казахстан от 5 апреля 2021 года № 208.

226 Богерук А.К. Мировая аквакультура: опыт для России. - М.: ФГНУ Росинформагротех, 2010. - 364 с.

ҚОСЫМША А

Кесте А1 – Төменгі Көлсай көліндегі микижаның (n=13) морфометриялық көрсеткіштері, (сәуір, 2022 жыл)

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	153	234	200,8	23,17	28,14	14,02
SML, мм	147	227	194,8	23,51	28,41	14,58
SL, мм	127	200	170,6	21,64	25,33	14,85
Q, г	45	168	106,2	33,04	39,39	37,11
q, г	34	144	88,6	29,41	34,72	39,18
Fulton	1,79	2,39	2,06	0,16	0,19	9,26
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	49,71	55,38	51,34	1,12	1,55	3,01
aP	23,00	27,69	25,64	1,24	1,55	6,04
aV	55,00	60,90	57,38	1,16	1,58	2,75
aA	75,29	80,51	77,83	1,23	1,60	2,05
PV	32,31	36,51	34,13	1,07	1,32	3,88
VA	20,00	24,63	22,67	0,95	1,29	5,67
ca	11,18	15,33	13,29	1,21	1,46	10,96
c	25,13	28,85	27,35	0,87	1,11	4,05
H	24,34	28,85	26,48	1,35	1,57	5,95
hca	10,77	14,10	12,51	0,79	0,98	7,85
h	8,66	12,23	10,64	1,00	1,22	11,47
ID	14,36	17,12	15,29	0,59	0,77	5,03
hD	15,34	17,65	16,49	0,68	0,83	5,01
lA	10,45	14,71	12,57	0,76	1,07	8,51
hA	11,94	16,47	14,16	0,91	1,20	8,45
lP	16,93	19,87	18,36	0,61	0,81	4,42
lV	13,23	15,38	14,07	0,64	0,72	5,13
Cs	19,43	23,59	21,50	1,13	1,37	6,37
Ci	20,00	23,72	21,54	0,79	1,02	4,74
Cm	14,29	17,12	15,57	0,54	0,75	4,82
aF	82,86	89,74	85,04	1,14	1,74	2,05
lF	2,05	5,18	2,86	0,61	0,83	29,08
hF	6,72	8,57	7,64	0,41	0,53	6,94
<i>басының (c) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	45,24	61,11	51,18	3,30	4,45	8,70
hc	63,27	75,00	68,99	2,79	3,54	5,13
io	30,77	38,78	35,16	1,68	2,24	6,37
ao	28,85	36,73	30,57	1,22	2,05	6,70
o	19,23	25,00	21,62	1,53	1,88	8,69
op	51,28	61,22	56,96	1,81	2,51	4,41

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
lmx	48,65	63,27	54,06	3,17	4,13	7,63
lmd	32,73	38,89	35,85	1,10	1,54	4,29
hmx	9,52	12,82	11,24	0,80	1,03	9,15
<i>меристикалық белгілері</i>						
cop	9	17	12,0	1,85	2,35	19,54
cio	8	13	9,9	1,44	1,71	17,19
ctm	9	18	12,3	2,96	3,41	27,87
ll	138	166	148,3	7,76	9,40	6,34
llca	7	8	7,9	0,14	0,28	3,50
Dr	2	2	2,0	-	-	-
Ds	10	14	11,8	0,93	1,24	10,49
Ar	1	1	1,0	-	-	-
As	9	12	10,8	0,86	1,01	9,40
Pr	1	1	1,0	-	-	-
Ps	11	16	13,4	0,93	1,26	9,42
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	8	10	9,0	0,31	0,58	6,42
Spbr	15	20	18,4	1,24	1,56	8,47
Vert	55	61	57,8	1,58	1,99	3,44
Пилорика	39	49	46,8	1,90	3,03	6,48

Кесте А2 – Төменгі Көлсай көліндегі микижаның (n=15) морфометриялық көрсеткіштері, (қараша, 2020 жыл)

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
TL, мм	207	250	226,6	9,65	11,86	5,23
SML, мм	200	242	216,1	11,21	12,93	5,98
SL, мм	175	221	191,6	11,17	13,70	7,15
Q	89	182	114,0	19,35	26,59	23,33
q	73,7	142	94,4	15,32	21,08	22,33
Fulton	1,31	2,11	1,61	0,15	0,20	12,66
<i>пластикалық белгілері дене (SL) ұзындығына қатынасы %</i>						
aD	47,4	52,8	50,3	1,46	1,77	3,52
aP	20,5	26,7	24,0	1,54	1,87	7,82
aV	51,6	62,1	56,1	1,81	2,64	4,70
aA	68,8	81,7	76,3	1,92	3,09	4,05
PV	28,2	39,5	33,3	1,90	2,64	7,94
VA	20,0	27,4	22,7	1,34	1,79	7,91
ca	12,0	15,4	13,7	0,84	1,03	7,52
c	23,1	27,6	25,4	1,24	1,47	5,78
H	24,0	28,2	26,0	1,05	1,32	5,06
h	10,3	11,7	11,0	0,36	0,42	3,85

Белгілері	min	max	M	±m	σ	CV
ID	11,9	17,8	14,4	1,02	1,42	9,86
hD	14,8	20,0	16,6	0,92	1,30	7,82
lA	10,2	16,9	12,1	1,13	1,65	13,60
hA	12,3	16,4	14,9	0,87	1,13	7,62
IP	14,9	19,4	17,1	1,24	1,44	8,38
IV	11,8	14,9	13,6	0,79	0,93	6,84
Cs	20,0	24,9	22,4	1,03	1,33	5,94
Ci	18,4	23,5	21,9	1,14	1,45	6,62
Cm	11,1	15,0	13,2	0,81	1,00	7,58
aF	81,0	88,9	84,0	1,96	2,37	2,82
lF	1,5	3,4	2,3	0,33	0,46	19,52
hF	4,9	8,5	6,7	0,66	0,92	13,62
<i>басының (с) ұзындығына қатынасы %</i>						
hco	43,4	60,0	52,1	2,51	3,70	7,11
hc	66,7	84,4	74,5	3,66	4,70	6,31
io	28,6	40,9	34,8	2,27	3,19	9,16
ao	25,0	33,3	28,1	1,77	2,30	8,21
o	20,4	25,0	22,3	1,27	1,56	6,96
op	51,0	64,2	56,7	3,14	3,73	6,58
lmx	49,0	63,8	55,1	3,00	3,78	6,86
hmx	8,2	12,2	10,6	0,93	1,26	11,90
<i>меристикалық белгілері</i>						
cio	4	13	8,5	2,75	3,32	39,02
ctm	5	15	9,4	1,92	2,53	26,87
ll	117	158	132,0	9,60	12,34	9,35
llca	6	9	7,1	0,51	0,80	11,30
Dr	1	4	1,9	0,50	0,80	41,32
Ds	9	12	10,9	0,88	1,03	9,45
Ar	1	4	1,4	0,64	0,91	65,02
As	8	13	10,1	0,93	1,34	13,26
Pr	1	2	1,1	0,14	0,28	25,75
Ps	11	16	13,2	1,08	1,44	10,89
Vr	1	1	1,0	-	-	-
Vs	8	11	9,5	0,67	0,78	8,20
Spbr	17	26	19,9	1,59	2,29	11,55
Vert	52	62	56,7	1,96	2,53	4,46

Кесте А3 – Микижаның *Oncorhynchus mykiss* жабайы популяциялары мен мәдени табындарының аналық дараларының морфологиялық сипаттамаларының орташа мәндері

Белгілері	Какпак n=8		Көлсай n=88		Польшалық n=13		Даниялық n=14	
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
<i>TL, мм</i>	200,8	34,19	228,9	12,38	200,3	23,36	202,4	35,55
<i>SML, мм</i>	195,0	35,50	218,5	13,75	194,5	23,28	195,4	35,89
<i>SL, мм</i>	170,4	29,72	194,5	14,75	170,6	21,49	170,7	29,92
<i>Q, ε</i>	143,4	66,04	126,3	25,25	106,2	33,04	130,0	71,93
<i>q, ε</i>	123,0	56,92	102,6	21,58	89,5	30,65	110,5	61,27
<i>Fulton</i>	2,12	0,06	1,72	0,24	2,06	0,15	2,30	0,30
<i>aD</i>	51,8	1,09	50,2	1,73	51,3	1,02	51,8	0,93
<i>aP</i>	23,7	1,20	23,3	1,81	25,6	1,22	23,8	1,20
<i>aV</i>	54,7	1,34	55,5	1,91	57,4	1,16	55,2	1,25
<i>aA</i>	78,1	1,37	76,1	3,11	77,8	1,23	78,3	1,02
<i>PV</i>	32,8	1,56	34,3	1,96	34,1	1,05	33,5	1,61
<i>VA</i>	25,7	0,55	22,7	1,44	22,7	0,95	25,6	0,67
<i>ca</i>	13,0	1,04	13,4	1,09	13,3	1,21	13,1	1,10
<i>c</i>	25,6	0,45	25,0	1,56	27,6	0,74	25,7	0,73
<i>H</i>	26,7	1,18	25,8	1,07	26,5	1,33	26,8	1,40
<i>hca</i>	13,8	0,22	-	-	12,5	0,80	13,7	0,55
<i>h</i>	11,6	0,41	11,2	0,49	10,7	0,83	11,7	0,60
<i>ID</i>	15,4	0,45	14,6	1,03	15,3	0,59	15,4	0,62
<i>hD</i>	16,8	0,72	16,3	0,91	16,5	0,68	16,8	0,63
<i>IA</i>	11,9	0,60	12,6	0,89	12,6	0,77	11,8	0,66
<i>hA</i>	14,0	0,57	15,2	0,97	14,2	0,89	14,1	0,65
<i>IP</i>	16,9	0,67	17,1	1,29	18,4	0,58	16,8	0,59
<i>IV</i>	13,7	0,81	13,5	0,83	14,1	0,63	13,6	0,73
<i>Cs</i>	19,3	1,46	21,9	1,12	21,5	1,11	19,6	1,56
<i>Ci</i>	20,6	0,58	21,4	1,39	21,5	0,73	20,6	1,02
<i>Cm</i>	14,7	1,39	13,3	1,26	15,6	0,54	14,8	1,01
<i>aF</i>	84,8	1,47	84,3	2,23	85,0	1,21	84,7	1,19
<i>lF</i>	2,8	0,52	2,2	0,36	2,9	0,62	2,9	0,38
<i>hF</i>	7,2	0,68	6,5	0,95	7,6	0,41	7,5	0,66
<i>hco</i>	52,4	2,17	51,5	3,51	51,0	3,07	53,1	2,63
<i>hc</i>	71,3	3,33	71,5	5,92	68,5	2,37	70,8	3,77
<i>io</i>	37,6	1,58	34,0	2,25	34,9	1,76	38,0	1,88
<i>ao</i>	25,7	2,44	28,9	1,63	29,9	1,42	27,4	1,90
<i>o</i>	20,9	1,56	22,2	1,03	21,4	1,59	20,8	1,64
<i>op</i>	58,8	1,73	56,6	3,29	57,0	2,26	58,5	1,25
<i>lmx</i>	51,0	2,56	47,9	4,45	53,5	2,58	50,7	2,45
<i>lmd</i>	34,4	2,23	4,5	7,91	-	-	35,4	2,02
<i>hmx</i>	11,6	0,80	10,6	1,10	10,7	1,19	11,3	1,25
<i>md</i>	44,8	2,58	-	-	42,4	8,95	44,9	3,19
<i>cmd</i>	15,3	1,48	-	-	25,1	5,24	16,4	2,99
<i>cop</i>	5,4	0,94	7,7	3,56	12,0	1,85	5,3	0,92
<i>cio</i>	7,7	1,39	7,3	3,00	9,9	1,44	7,8	1,08

<i>Белгілері</i>	Какпак n=8		Көлсай n=88		Польшалық n=13		Даниялық n=14	
	М	±m	М	±m	М	±m	М	±m
<i>ctm</i>	5,8	2,56	9,2	1,83	12,3	2,96	6,5	2,83
<i>ll</i>	148,0	10,75	137,1	9,66	148,3	7,76	146,3	12,14
<i>llca</i>	8,0		7,4	0,88	-	-	-	-
<i>Dr</i>	1,9	0,22	1,8	0,38	2,0	-	1,9	0,24
<i>Ds</i>	10,4	0,47	11,0	0,75	11,8	0,93	10,4	0,55
<i>Ar</i>	1,3	0,38	1,1	0,22	1,0	-	1,1	0,24
<i>As</i>	10,1	0,69	10,0	0,75	10,8	0,86	10,1	0,65
<i>Pr</i>	1,0		1,2	0,28	1,0	-	1,0	0,00
<i>Ps</i>	12,8	1,13	12,9	1,42	13,4	0,93	12,6	0,92
<i>Vr</i>	1,0		1,0	0,00	1,0	-	1,0	0,00
<i>Vs</i>	9,3	0,38	9,5	0,63	9,0	0,31	9,2	0,34
<i>Spbr</i>	17,4	1,81	19,0	1,00	18,4	1,24	17,2	1,59
<i>Vert</i>	58,3	3,38	56,1	2,66	-	-	-	-
<i>пилорика</i>	37,0	10,00	-	-	-	-	-	-