

АНДАТПА

«Тұйық жүйелі сумен қамтамасыздырылған қондырғы (ТЖСК) жағдайында қолдан өсімін молайту үшін аталық көксеркенің (*Sander luciperca*) жыныстық өнімдерін криоконсервациялау технологиясын әзірлеу» тақырыбындағы диссертацияға
«8D08401 – Балық шаруашылығы және өнеркәсіптік балық аулау» білім беру бағдарламасы бойынша философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін
Мусина Айнура Данияровна

Жұмыстың жалпы сипаттамасы. Бұл диссертация аквамәдениетте пайдалану үшін көксерке (*Sander luciperca*) шәуетін криоконсервациялау технологиясын әзірлеуге бағытталған эксперименттік зерттеу болып табылады. Зерттеуге аталық жыныс өнімдерінің табиғи жағдайындағы сапасын кешенді бағалау, әртүрлі криопротекторлық орталар мен мұздату режимдерінің ерігеннен кейінгі шәуеттердің тіршілігіне әсерін зерттеу және криоконсервацияланған материалды ұзақ мерзімді сақтаудың оңтайлы жағдайларын анықтау кірді. Алынған эксперименттік деректер негізінде рециркуляциялық аквамәдениет жүйелерін пайдаланатын жасанды көбею жүйелерінде практикалық қолдану үшін көксерке шәуетін криоконсервациялаудың технологиялық хаттамасы жасалды.

Тақырыптың өзектілігі.

Көксеркенің биологиялық ерекшеліктері (жыныс өнімдері пісіп-жетілуінің айқын маусымдылығы, уылдырық шашудың асинхрондылығы, аталықтар мен аналықтардың стресске жоғары сезімталдығы) оларды синхрондауды қиындатады және уылдырық шашудың бұзылу қаупін арттырады. Мұндай жағдайда сперманы криоконсервациялау құнды генофондты және сирек асыл тұқымды желілерді ұзақ уақыт сақтауға; аналық табындағы аталықтар санын азайтуға және сол арқылы оны ұстау шығындарын төмендетуге; инкубация мерзімдері мен шабақтарды жіберуді икемді жоспарлауға; эпизоотиялық тәуекелдерді азайта отырып, шаруашылықтар мен өңірлер арасында асыл тұқымды материалмен қауіпсіз алмасуға мүмкіндік береді. Осындай айқын артықшылықтарға қарамастан, көксерке спермасын криоконсервациялау хаттамаларын оңтайландыру (сұйылтқыштар мен криопротекторлар құрамын таңдау, мұздату және еріту режимдері, сақтаудан кейінгі ұрықтандыру қабілетін бағалау) мәселелері әлі де жеткілікті түрде зерттелмеген. Бұл көксерке спермасын криоконсервациялау әдістерін жетілдіруге және оларды қазіргі заманғы қарқынды аквакультура жүйелерінде (ТСЖК) практикалық қолдануды негіздеуге бағытталған кешенді зерттеулер жүргізу қажеттілігін анықтайды.

Зерттеудің өзектілігі көксерке (*Sander luciperca*) спермасын криоконсервациялау технологиясын әзірлеуде жатыр, бұл жасанды өсімін молайту процестерінің, атап айтқанда, тұйық сумен жабдықтау қондырғыларын (ТСЖК) пайдалану кезінде тиімділігін арттыру үшін маңызды мәнге ие. Жыртқыш түр ретінде көксерке аталықтарды алу және ұстау кезіндегі күрделілігімен ерекшеленеді, өйткені ол тірі азықты қажет етеді,

каннибализмге бейім және стресске сезімтал, бұл сапалы жыныс өнімін алуды қиындатады. Криоконсервацияны қолдану генетикалық материалды сақтауға, ұрықтандыру процесін тұрақтандыруға және сперманы уылдырық шашу маусымынан тыс уақытта пайдалануға мүмкіндік береді. Табиғи популяциялардың жоғары сапалы аталықтарының сперма криобанктерін құру генофондты сақтауды қамтамасыз етеді және аквакультураның тұрақты дамуына ықпал етеді.

Бүгінгі таңда тұщы су және теңіз таксондарын қоса алғанда, 300-ден астам балық түрінің криоконсервациялау әдістері әзірленіп, енгізілген. Ең көп көңіл албырттар мен тұқыларға, сондай-ақ бекірелер мен ақбалықтарға бөлінген, олар үшін көптеген хаттамалар жасалған. Бірқатар елдерде (АҚШ, Ұлыбритания, Украина, Чехия, Германия, Франция, Бразилия, Жаңа Зеландия және т.б.) генофондты сақтау және селекциялық мақсаттар үшін пайдаланылатын сперма криобанктері жұмыс істейді. ФАО-ны қоса алғанда, халықаралық ұйымдар криоконсервацияны генетикалық ресурстарды сақтаудың және аквакультураны дамытудың маңызды құралы ретінде таниды.

Өкінішке орай, Қазақстанда бұл бағыт зерттеулердің аздығынан және мамандандырылған криобанктердің жоқтығынан әлі де жеткілікті деңгейде дамымаған. Зертханалық және шаруашылық жағдайларына арналған көксерке спермасын криоконсервациялаудың алғашқы хаттамалары болғанымен, осы уақытқа дейін қарқынды аквакультура (ТСЖҚ) жағдайларына және аналық табынды селекциялық жетілдіру міндеттеріне бейімделген кешенді технология жоқ. Осылайша, көксерке спермасын криоконсервациялау бойынша зерттеулер генетикалық биоалуантүрлілікті сақтау және балық шаруашылығының тиімділігін арттыру үшін өзекті бағыт болып табылады, бұл әсіресе отандық аквакультураны дамыту үшін маңызды.

Зерттеудің мақсаты. Қарқынды аквакультура (ТСЖҚ) жағдайында басқарылатын жасанды өсімін молайтудың тиімділігін арттыру үшін көксерке (*Sander lucioperca*) спермасын криоконсервациялау әдістерін әзірлеу және оңтайландыру.

Зерттеу міндеттері. Мақсатқа сәйкес келесі міндеттер айқындалды:

1. Көксерке спермасының нативті күйдегі сапасын, соның ішінде эякулят көлемін, сыртқы түрін, меншікті концентрациясын және қозғалғыштығын зерттеу.
2. Криоконсервациялауға барынша жарамды сперма алу мақсатында ТСЖҚ-да көксерке (*Sander lucioperca*) аталықтарын ұстау жағдайларын зерттеу және оңтайландыру.
3. Өртүрлі криопротекторлық орталардың, мұздатудың температуралық режимінің және сақтау шарттарының еріткеннен кейінгі көксерке спермасының функционалдық көрсеткіштеріне әсерін зерттеу.
4. Көксерке спермасын мұздату, сақтау және дефростациялаудың (ерітудің) технологиялық хаттамасын әзірлеу.

Зерттеу нысандары. Perciformes отрядының, Percidae тұқымдасының өкілі — ересек көксерке (*Sander lucioperca* Linnaeus, 1758) аталықтары және олардан алынатын репродуктивті материал (сперма).

Зерттеу әдістері. Диссертациялық жұмыста далалық, зертханалық, криобиологиялық, молекулалық-генетикалық және статистикалық әдістер кешені қолданылды. Оған табиғи су айдындарынан көксерке аталықтарын аулау және биологиялық-морфологиялық талдау, ТСЖҚ жағдайында аталықтарды уылдырық шашу алдында ұстау, нативті және криоконсервацияланған сперманы жан-жақты бағалау, сондай-ақ эксперименттік деректерді кейінгі математикалық-статистикалық өңдеу кіреді.

Диссертациялық жұмыстың ғылыми жаңалығы.

Қазақстан жағдайында алғаш рет жасанды өсімін молайтуда әрі қарай қолдану үшін көксерке (*Sander lucioperca*) сперматозоидтарын криоконсервациялау технологиясын ғылыми негіздеуге бағытталған нативті және криоконсервацияланған сперматозоидтарға кешенді зерттеу жүргізілді. Жұмыс көксеркенің жергілікті генофонды тек жаңа алынған сперма бойынша емес, сонымен қатар кейіннен еріту арқылы криосақтау нәтижелері бойынша бағаланған алғашқы зерттеу болды, бұл репродуктивті ресурстарды қалыптастыруға түбегейлі жаңа көзқарасты қамтамасыз етеді.

Алғаш рет Қазақстанның үш су айдынынан алынған көксерке аталықтарының сперма массиві алынды және жүйеленді. Эякулят көлемінің, сперматозоидтар концентрациясының және олардың қозғалғыштық көрсеткіштерінің табиғи өзгергіштік диапозондары анықталды, бұл түр бойынша жаңа ғылыми базаны қалыптастырады және отандық әдебиеттегі бар олқылықтарды жояды.

Алғаш рет тұйық сумен жабдықтау қондырғыларында көксерке аталықтарын ұстау жағдайлары эксперименталды түрде негізделді, бұл криоконсервациялауға жарамды сперма алуды қамтамасыз етеді. Сперманың сапалық сипаттамаларының гормоналды ынталандыру параметрлеріне тәуелділігі анықталды, бұл уылдырық шашу алдындағы дайындықтың биологиялық және технологиялық тұрғыдан оңтайлы режимдерін белгілеуге мүмкіндік берді.

Алғаш рет көксерке спермасын криоконсервациялаудың оңтайлы параметрлері, соның ішінде криокорғаныс орталарының құрамы мен концентрациясы, тиімді арақатынастар, сондай-ақ салқындату, мұздату және сақтаудың температуралық режимдері анықталды және сандық тұрғыдан расталды. Сперматозоидтардың еріткеннен кейінгі максималды қозғалғыштығы сақталатын жағдайлар көрсетілді, бұл әдістеменің жоғары қайталану мүмкіндігі мен оның іс жүзінде қолданылуы туралы айтуға мүмкіндік береді.

Алғаш рет түрдің физиологиялық ерекшеліктеріне және Қазақстанның аквакультура жағдайларына бейімделген көксерке спермасын криоконсервациялаудың технологиялық хаттамасы әзірленді.

Жұмыстың теориялық маңызы. Алынған нәтижелер көксерке спермасының нативті күйдегі сапасы және оның криоконсервацияға реакциялары туралы түсініктерді нақтылайды. Әртүрлі криокорғаныс орталары мен температуралық режимдерді пайдалану кезіндегі сперматозоидтардың қозғалғыштығының, концентрациясының және тіршілік

кабілеттілігінің өзгеру заңдылықтары көксеркенің көбею физиологиясы туралы теориялық білімді толықтырады. Бұл деректер тұщы су балықтарының генетикалық материалын жасанды өсімін молайту және криосақтау биотехнологияларын әзірлеу үшін ғылыми базаны кеңейтеді.

Жұмыстың практикалық маңызы. Алынған нәтижелер қазіргі заманғы балық шаруашылығы, жасанды өсімін молайту бағдарламалары және көксеркемен селекциялық жұмыс үшін маңызды қолданбалы мәнге ие. Әзірленген сперманы криоконсервациялаудың технологиялық хаттамасы репродуктивті материалды ұзақ әрі тұрақты сақтауды қамтамасыз етеді, бұл генофондтың криобанктерін қалыптастыруға және оларды жоғары өнімді желілерді селекциялау процесінде пайдалануға мүмкіндік береді. Мұндай биоресурстарды жасау уылдырық шашу кезеңіндегі маусымға, физиологиялық жағдайға немесе аталықтардың қолжетімділігіне қарамастан, үздік аталықтарды іріктеу мен шағылыстыруды жүргізуге мүмкіндік береді.

Қорғауға шығарылатын негізгі ережелер.

1. Жас ұлғайған сайын көксерке аталықтарында шәует концентрациясы мен гонадалардың функционалдық жетілуі статистикалық тұрғыдан мәнді түрде артады. Концентрация екі жастағыларда $\sim 10 \times 10^9/\text{мл}$ -ден бес жастағыларда $18 \times 10^9/\text{мл}$ -ден жоғары мәнге дейін өседі және сызықтық тәуелділікпен сипатталады ($y = 2,9867x + 7,5282$; $R^2 = 0,9751$), бұл жаспен оң корреляциямен расталады ($r = 0,64$; $p < 0,0000000001$).

2. Көксерке шәуетінің сапасы суқойма жағдайларымен және өндірушілердің жеке ерекшеліктерімен анықталады, бір жастағы 3+–4+ аталықтардың шәует көрсеткіштері эякулят көлемі аз болғанына қарамастан Вячеслав суқоймасында ($17,6 \pm 0,93 \times 10^9/\text{мл}$; $88,59 \pm 2,19 \%$; $69 \pm 4,2$ с) Бирсуат суқоймасына қарағанда ($13,4 \pm 0,81 \times 10^9/\text{мл}$; $81,52 \pm 1,98 \%$; $55 \pm 3,8$ с) жоғары. Қондылық коэффициенті эякулят көлемімен орташа деңгейдегі байланыспен сипатталады ($R^2 = 0,464$) және өндірушілерді іріктеудің негізгі критерийі бола алмайды.

3. Хориондық гонадотропин мен уылдырық шашу ұяларын біріктіріп қолдану көксерке аталықтарын стимуляциялаудың ең жоғары тиімділігін қамтамасыз етеді, бұл 100 % ағымдылықпен, 12–18 сағ латенттік кезеңмен және шәуеттің ең жоғары көрсеткіштерімен — $1,2 \pm 0,2$ мл, $9,7 \pm 0,3 \times 10^9/\text{мл}$, $95,5 \pm 1,5 \%$ және $63,2 \pm 2,5$ с — әдістерді бөлек қолданумен салыстырғанда көрінеді.

4. ДМСО қолдану 10 % концентрацияда тиімді, сабаншаларда шәуеттенрдың өміршендігін $68,2 \pm 2,24$ және эппендорфтарда $58,8 \pm 2,16 \%$ қамтамасыз етеді, ал орта құрамын өзгертпей 20 % болғанда ол тиісінше $10,6 \pm 0,88$ және $7,2 \pm 1,04 \%$ дейін төмендейді ($p < 0,01$). Иондық теңестірілген ортада 18 % ДМСО жоғары тиімділікті сақтайды, сабаншаларда $52,2 \pm 1,44 \%$ және эппендорфтарда $41,0 \pm 1,2 \%$ қозғалғыштықты қамтамасыз етеді.

5. Мұздату алдындағы эквilibрация көксерке шәуеттердың посткриогендік сақталуын арттыратын міндетті технологиялық кезең болып табылады. 10 % ДМСО қолданғанда эквilibрациямен өміршендік тиісінше сабаншаларда және эппендорфтарда $68,2 \pm 2,24$ және $58,8 \pm 2,16 \%$ дейін

артады, ал онсыз $64,8 \pm 2,56$ және $56,8 \pm 2,2$ % құрайды, 20 % ДМСО кезінде — $10,6 \pm 0,88$ және $7,2 \pm 1,04$ % дейін, ал эквilibрациясыз $8,2 \pm 0,64$ және $6,6 \pm 0,72$ % ($p < 0,01$), бұл сперматозоидтардың қозғалғыштығының артуымен қатар жүреді.

Автордың жеке үлесі. Көксерке аталықтарын іріктеу бойынша далалық жұмыстарға тікелей қатысудан, нативті және криоконсервацияланған сперманы талдау бойынша зертханалық зерттеулерді өз бетінше орындаудан, криоконсервациялау процедураларын дайындау мен жүргізуден, нәтижелерді интерпретациялаудан және статистикалық өңдеуден, сондай-ақ криоконсервациялаудың технологиялық хаттамасын және диссертацияның негізгі бөлімдерін әзірлеу мен ресімдеуден тұрады.

Жұмыстың апробациясы. Зерттеудің негізгі нәтижелерін апробациялау бірқатар халықаралық және республикалық ғылыми іс-шараларда жүзеге асырылды. Диссертациялық жұмыстың материалдары «Жас ғалымдар диалогы: Science Talks» III Халықаралық форумында (2023), «Фараби Әлемі» студенттер мен жас ғалымдардың халықаралық ғылыми конференциясында (2025), сондай-ақ «Сәндік және тауарлы аквакультураны дамыту тәжірибесі мен перспективалары» халықаралық қатысумен өтетін ғылыми-практикалық конференцияда (2025) ұсынылды. Зерттеу нәтижелері бейінді кафедралардың мәжілістерінде және С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті КЕАҚ жанындағы Қазақстан-Чехия халықаралық ғылыми аквакультура орталығында талқыланып, мамандардың оң бағасын алды. Диссертацияның негізгі ережелері балықтың құнды түрлерінің репродуктивті жасушаларын криоконсервациялау бойынша әзірленген әдістемелік ұсынымдарда және ТСЖҚ жағдайында көксеркені жасанды өсімін молайтудың биотехникалық әдістері бойынша практикалық ұсынымдарда (2023) көрініс тапты, сондай-ақ «Көксеркенің жасанды уылдырық шашу тәсілі» пайдалы модель патентімен расталды.

Жарияланымдар. Диссертация тақырыбы бойынша жарияланымдар 10 ғылыми жұмысты қамтиды, оның ішінде 2 мақала Caspian Journal of Environmental Sciences (Scopus, Q2) халықаралық журналында, 4 мақала ҚР БҒСҚБЖК (ККСОН) тізбесіндегі журналдарда жарияланған: С. Сейфуллин атындағы ҚАТУ Ғылым жаршысы (2023), Жәңгір хан атындағы БҚАТУ Жаршысы (2025), ҚазҰУ Хабаршысы. Биология сериясы (2023). Сондай-ақ халықаралық конференция материалдарында (Science Talks, 2023; Фараби Әлемі, 2025) екі жұмыс жарияланды, № 9752 «Көксеркенің жасанды уылдырық шашу тәсілі» пайдалы модельге патент алынды және С. Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ жанында 2 ұсыным (2023 жылғы 23 қазандағы №14 бұйрық) басып шығарылды.