

Сәкен Сейфуллин атындағы
Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ:
пәнаралық

ВЕСТНИК НАУКИ
Казахского агротехнического исследовательского
университета имени Сакена Сейфуллина:
междисциплинарный

№ 2 (125)

Астана 2025

РЕДАКЦИЯЛЫҚ АЛҚА

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Өсімдік шаруашылығы

Ғылыми редактор:

Байбусенов Курмет Серикович – PhD, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Джатаев Сатыбалды Адиевич – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Мал шаруашылығы

Шауенов Саукымбек Кауысович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Балық шаруашылығы

Аубакирова Гүлжан Аманжоловна – биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Орман шаруашылығы

Курмангожинов Альжан Жанибекович – PhD, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Майсупова Багила Джылысбаевна – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақ орман шаруашылығы және агроорман мелиорациясы ғылыми-зерттеу институты, Қазақстан Республикасы, Щучинск

Жерге орналастыру

Озеранская Наталия Львовна – экономика ғылымдарының кандидаты, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

БИОЛОГИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Айдарханова Гүлнара Сабитовна – биология ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Конисбаева Дамиля Туремуратовна – биология ғылымдарының кандидаты, доцент С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ТЕХНИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Адуов Мубарак Адуович – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

Тултабаева Тамара Чомановна – ҚР АШҒА академигі, техника ғылымдарының докторы, доцент, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ГУМАНИТАРИЯ ҒЫЛЫМДАРЫ

Алпыспаева Галья Айтпаевна – тарих ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

ЭКОНОМИКА ҒЫЛЫМДАРЫ

Кусайынов Талгат Аманжолович – экономика ғылымдарының докторы, профессор, С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Қазақстан Республикасы, Астана

РЕДАКЦИЈАЛЫҚ АЛҚА МҮШЕЛЕРІНІҢ ХАЛЫҚАРАЛЫҚ ҚҰРАМЫ

Яцек Цеслик, (*Jacek Cieřlik*) – PhD, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Саид Лаарибия (*Said Laaribya*) – PhD, Ибн Тофайл университеті, Марокко, Рабат-Сале-Кенитра

Ху Инь Ган (*Hu Yingang*) – PhD, Солтүстік-Батыс ауыл шаруашылығы және орман шаруашылығы университеті, ҚХР, Янлин

Бюлент Тургут (*Bulent Turgut*) – қауымдастырылған профессор, Қарадениз техникалық университеті, Туркия, Трабзон

Шавруков Юрий Николаевич – Адъюнкт профессор, Флиндерс университеті, Ғылым және инженерия колледжі (Биология ғылымдары), Оңтүстік Австралия, Аделаида

Гончаров Николай Петрович – РФА академигі, профессор, Ресей Ғылым академиясының Сібір бөлімінің цитология және генетика институты, Ресей Федерациясы, Новосибирск

Анна Дюбель (*Anna Dubel*) - қауымдастырылған профессор, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Бембенек Михал (*Bembenek Michal*) – профессор, AGH Краков университеті, Польша, Краков

Татаринцев Владимир Леонидович – ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Ұлттық зерттеу Томск мемлекеттік университеті, Ресей Федерациясы, Томск

Купидура Пиемыслав (*Kupidura Przemysław*) – PhD, профессор, Варшава политехникалық университеті, Польша, Варшава

ISSN 2710-3757

ISSN 2079-939X

Басылым индексі – 75830

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р.4-13. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1836

ӘОЖ 595.132.8:631.413. 3(045)

Зерттеу мақаласы

Ақкекірелер (*Asteraceae*) тұқымдас өсімдіктердің ризосферасында таралған тұзға төзімді микроағзаларды іріктеу

Науанова А.П.^{1,2} , Максутбекова Г.Т.^{1,2} , Баимбетова Э.М.² ,
Шуменова Н.Ж.¹ , Касипхан А.² 

¹«БИО-КАТУ» ЖШС, Астана, Қазақстан

²С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, Астана, Қазақстан

Автор-корреспондент: Максутбекова Г.Т.: gulia_80-80@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: АН) nauanova@mail.ru; (2: ЭБ) inkar_sulu_1@mail.ru;

(3: НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (4: АҚ) akgul-03@mail.ru

Қабылданған күні: 20-01-2025 Қабылданды: 18-06-2025 Жарияланды: 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Топырақтың тұздануы жаһандық ауыл шаруашылығы өнімділігі мен азық-түлік қауіпсіздігін шектейтін негізгі факторлардың бірі болып табылады. Антропогендік әсерлер де ауыл шаруашылығы жерлерінің деградациясына ықпал етіп, құрғақ және жартылай құрғақ аймақтардағы тұздану процесінің ұлғаюына әкеп соғуда. Топырақтың тұздануы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен сапасының төмендеуіне ықпалын тигізіп отыр. Осыған орай тұзды топырақты биоремедиациялаудың жаңа жолдарын іздеу өзекті мәселелер қатарына жатады. Зерттеудің мақсаты - Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасы микрофлорасын зерттеу және тұзға төзімді микроағзалардың жаңа штамдарын іріктеу.

Материалдар мен әдістер. Зертханалық жұмыстарды атқару барысында Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасы микроағзалар кешенінің сандық көрсеткіштері мен құрамы сұйылту әдісі арқылы тығыз қоректік ортаға себумен анықталды. Микробиологиялық талдау жасалып, таза культуралар бөліп алынды. Алынған культуралар картоп агарында хлорлы натрийдің 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% және 10% концентрациялары қосылған тығыз қоректік орталарға себілді. Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктердің ризосферасында таралған микроағзалардың ішінен тұзға төзімді штамдар таңдап алынды.

Нәтижелер. Бұл мақалада Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын бірнеше өсімдіктің ризосферасына микробиологиялық талдау нәтижесі келтіріліп, жаңа штамдар бөліп алынған. Ақкекірелер тұқымдасы ризосферасында таралған азоттың органикалық және бейорганикалық түрімен қоректенетін микроағзалар түрімен қатар топырақтағы целлюлозаны ыдырататын, азотты сіңіретін бактериялар, микроскоптық саңырауқұлақтар мен актиномицеттердің таралуына сипаттама берілген. Бөліп алынған штамдар хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациясы қосылған селективті ортада тұзға төзімділік бойынша зерттеліп, нәтижесінде тұзды топырақ биоремидиясы үшін тиімді штамдар таңдап алынды.

Қорытынды. Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктерді микробиологиялық талдау нәтижесінде 11 штамм бөліп алынды. Осы жаңа штамдарды NaCl қосылған картоп агарында өсіру арқылы тұзды ортаға төзімді 6 штамм алынды. Кейінгі зерттеулерде тұзды топырақты қалпына

келтіру және ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін арттыру үшін микроорганизмдердің функционалдық топтары негізінде биологиялық препараттар әзірленетін болады.

Кілт сөздер: микроағза; тұзды топырақ; Ақкекіре тұқымдасы; тұзға төзімділік.

Кіріспе

Жаһандық экожүйелердің құрылымына, процестеріне және функцияларына айтарлықтай әсер ететін негізгі мәселелердің бірі топырақтың тұздануы болып табылады. Ол қоректік заттардың айналымы, органикалық заттардың ыдырауы, өсімдік өнімділігі және биоәртүрлілік сияқты аспектілерді қарастырады. Климаттың өзгеруі болжамына сәйкес топырақтың жаһандық тұздануының күшеюі күтілуде. Тұздану салдарынан топырақтың нашарлауы ауыл шаруашылығына және халықтың әл-ауқатына кері әсер етеді. Климаттың өзгеруіне байланысты теңіз деңгейінің көтерілуі жағалаудағы аймақтардағы тұздылықтың жоғарылауына ықпал етеді, бұл дақылдардың өнімділігінің төмендеуіне, әлеуметтік-экономикалық жағдайдың нашарлауына әкеледі [1].

Топырақтың тұздану себептері әртүрлі және кез келген климаттық жағдайда болуы мүмкін. Кең мағынада топырақтың тұздануы оның шығу тегіне байланысты екі түрге бөлінеді: бастапқы тұздану және қайта тұздану. Бастапқы тұздануға ең алдымен жергілікті климат, бастапқы материал, топырақ қасиеттері және жер асты суының динамикасы сияқты қоршаған орта факторлары әсер етеді. Буланудың орнын толтыру үшін жауын-шашынның жеткіліксіздігі немесе жер асты суының деңгейінің жоғарылауы сияқты жағдайлар көбінесе топырақтың тұздылығының жоғарылауына әкеледі. Қайта тұздану - бұл адамның іс-әрекетінің нәтижесінде болады. Нашар дренаж жүйелерімен бірге суару үшін тұзды суды пайдалану топырақ бетінде тұздың жиналуына әкелуі мүмкін. Жағалаудағы аймақтарда теңіз деңгейінің көтерілуінен, температураның жоғарылауынан және тез урбанизациядан туындаған теңіз суының енуі болашақта климаттың өзгеруіне сәйкес күшейеді деп күтілуде. Сонымен қатар, құрғақшылықтан туындаған тұздану тұщы сулы-батпақты жерлердің тұздануына әкелуімен бірге, олардың экологиялық процестері мен көміртегі динамикасы сияқты функцияларын бұзады [2, 3].

Тұзды топырақ планетадағы барлық игерілген жерлердің шамамен 20% құрайды, суармалы жерлердің жартысы тұзданудың жоғары деңгейімен сипатталады. Сонымен қатар, бұл мәселенің ауқымы ұлғаяуда, әлемде шамамен 900 млн га жер тұздануға ұшырайды, бұл топырақтың жалпы көлемінің шамамен 6%-ы немесе игерілген аумақтардың шамамен 20% құрайды [4, 5]. Бұл мәселе әсіресе суармалы егістік жерлерге қатысты.

Халықаралық қоршаған орта және даму институты мен әлемдік ресурстар институтының мәліметтері бойынша құрлықтардың шамамен 10% тұзды топырақтан тұрады. Тұзды топырақ негізінен Орталық Азия мен Қазақстанда кең таралған, сонымен қатар Батыс Сібір мен Батыс Қытайда кездеседі. ТМД елдерінің ішінде мұндай топырақтың көп бөлігі, яғни 70% Қазақстанда шоғырланған. Топырақтың тұздануы жердің деградациясына апарып соғатын процестердің бірі. Қазақстанның барлық географиялық аймақтарындағы топырақ жамылғысы мен экожүйелеріне антропогендік әсер жыл сайын күшейіп келеді. Табиғи ресурстарды ұтымсыз пайдалану елеулі экологиялық бұзылуларға әкелетіні белгілі [6].

Өсімдіктердің өсуін ынталандыратын бактерияларды пайдалану экологиялық тұрақты және қауіпсіз әдіс болып табылады. Құрамында тірі бактериялар бар биотыңайтқыштарды қолдану топырақтағы органикалық қалдықтардың минералдану процестерін жеделдетуге көмектеседі, осылайша қоректік заттар өсімдіктерге қол жетімді болады. Сонымен қатар, күрделі тыңайтқыштардың құрамына кіретін бактериялардың әсерінен өсімдіктердің тұзды сіңіру деңгейі төмендейді. Микробтық қауымдастықтар құрамы мен өзара әрекеттесуін өзгерту арқылы тұздануға бейімделе алады. Көптеген топырақ бактериялары натрий мен хлор тұзының жоғары деңгейіне төтеп бере алады, бұл өсімдіктерге тұзды стресті жеңілдетеді. Атап айтқанда, *Mycobacterium*, *Halobacillus*, *Bacillus*, *Acinetobacter* және *Pseudomonas* сияқты ризосфералық бактериялар тұздануға төзімділікті көрсетеді, сонымен қатар өсімдік өнімділігін арттыруға белсенді ықпал етеді. Топырақ микроағзалары болашақта климаттың өзгеруін және басқа да қолайсыз факторларды азайту үшін пайдаланылуы мүмкін экожүйелердің әлеуетті қорғаушылары ретінде қарастырылады [7].

Осыған байланысты, тұздандудың әртүрлі экожүйелердегі топырақтың микробтық құрамына әсерін зерттеу және тұздану деңгейінің жоғарылауына жауап ретінде пайда болатын микроағзалар арқылы жүретін экожүйелік функциялардың өзгеру заңдылықтарын анықтау маңызды.

Материалдар мен әдістер

Солтүстік Қазақстанның тұзды топырағында өсетін Ақкекірелер тұқымдасына жататын өсімдіктер ризосферасында микроағзалардың таралуын анықтау мақсатында Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағынан аталған тұқымдасқа жататын бірнеше өсімдік ризосферасынан топырақ үлгілері алынды. Топырақ үлгілері жалпы қабылданған әдістемеге сәйкес 0-20 см тереңдіктен алынды [8].

«БИО-КАТУ» ЖШС микробиология зертханасында топырақ үлгілерінен, олардан микроағзалардың жаңа штамдарын бөліп алу жүзеге асырылды, топырақ микрофлорасы зерттелді. Зертханалық жұмыстарды атқару барысында микроағзалардың кешенінің сандық көрсеткіштері мен құрамын анықтау тығыз қоректік ортаға себу арқылы орындалды. Ет-пептонды агарға (ЕПА) себу арқылы органикалық азотты, крахмалды-аммиакты агарға (КАА) минералды азот көздерін пайдаланатын бактериялар саны, мицелий саңырауқұлақтары қышқылдандырылған Чапек-Докс агарында (ЧД), ал азотты бекітуші микроағзалар Эшби ортасында, ал аэробты целлюлозаны ыдырататын ағзалар Гетчинсон ортасында өсірілді және кейін актиномицеттер, саңырауқұлақтар, бактерияларға дифференцияланды.

Жалпы микробтық көбею деңгейі өскен колониялар санына негізделіп есептелді. 1 мл суспензиядағы колония түзуші бірліктердің (КТБ) саны келесі формула бойынша анықталды

$$M = \frac{a \times 10^n}{V} \quad (1)$$

Мұндағы: М - 1 мл КТБ саны; а - қоректік ортада өсіп шыққан колония санының орташа мәні; 10^n - суспензияның сұйылту дәрежесі; V - себуге алынған суспензияның көлемі (әдетте 0,1 мл) [9].

Қоректік орталарды зарарсыздандыру үшін 121 °С температурадағы автоклав (ST-85G Jeiotech) қолданылды. Автоклавта 20 мин зарарсыздандырудан соң 45-50 °С салқындатылып, араластырылып, Петри табақшаларына 10 мл құйылды. 104 және 106 суспензиялар 0,1 мл көлемінде Петри табақшаларындағы арнайы қоректік орталарға бес реттен себілді [10].

Тұзды ортада картоп агарына хлорлы натрийдің 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, және 10% концентрациялары қосылып тығыз қоректік орта дайындалды. Осы қоректік орталардың әрқайсысына сегіз қайтарылыммен себу және инкубациялау жүргізілді. 72 сағаттан соң өскен бактериялардың диаметрі өлшеніп, бақылау штамдарымен салыстырылды және өлшенді. Бақылаумен салыстырғанда дәйекті жоғары өсу шамасын көрсеткен штамдар тұзды ортада өсуге төзімді деп саналды [11].

Нәтижелер және талқылау

Микробиологиялық талдау жасау және жоғары тұздылық жағдайында тіршілік етуге қабілетті микроағзаларды анықтау мақсатында 2024 жылғы тамыз айында Ақмола облысының Шортанды және Целиноград аудандарының тұзды топырағында өсетін өсімдіктер ризосферасынан топырақ алынды. Бұл өсімдіктер Ақкекірелер тұқымдасына жататын Лессинг жусаны (*Artemisia taurica*), қасқа жусан (*Artemisia santonicum*), ащы жусан (*Artemisia absinthium*), дәрілік бақбақ (*Taraxacum officinale*), кәдімгі триполиум (*Tripolium pannonicum*), ақ жусан (*Artemisia herba alba*) және егістік қалуен (*Cirsium arvense*).

Ақкекірелер тұқымдасы 23 мыңнан астам түрі бар гүлді өсімдіктердің ең үлкен тұқымдастарының бірі. Бұл тұқымдасқа біржылдық және көпжылдық шөптесін өсімдіктер, бұталар, сондай-ақ ағаштар да тән. Гүлшоғыры ұсақ гүлдерден тұратын себет, гүлдерінің пішіні түтік тәрізді де, қамыс тәрізді де болуы мүмкін. Жапырақтары өсімдік түріне байланысты әртүрлі пішінде болуы мүмкін, жемісі әдетте жел арқылы таралатын тұқымдар [14].

Ақкекірелер тұқымдасының ішінде аэробты және факультативті-анаэробты бактериялардың жалпы санын анықтауға арналған эмбебап қоректік орта - ЕПА-да өсетін бактерияларға бай өсімдік ащы жусан екені айқындалды, ал ең аз саны Лессинг жусаны өсімдігінде, мұндағы бактериялар

саны ащы жусанмен салыстырғанда 11,4 есе аз. ЕПА қоректік ортасында өскен микроағзаларда дөңгелек пішінді, беті тегіс, консистенциясы шырышты, сүт түсті немесе түсі сары колониялар көп кездесті. Микроағзалардың әртүрлі топтарының саны 1-кестеде көрсетілген.

1-кесте –Ақкекірелер тұқымдасты өсімдіктерінің ризосферасындағы микроағзалардың саны (КТБ/1 г)

Нұсқа	ЕПА	КАА		Гаузе		Гетчинсон	ЧД	Эшби	
	бактериялар	бактериялар	актиномицеттер	бактериялар	актиномицеттер	актиномицеты	саңырауқұлақтар	бактериялар	актиномицеттер
Лессинг жусаны	$6,0 \times 10^6$	26×10^6	$2,7 \times 10^6$	$4,0 \times 10^4$	$15,3 \times 10^4$	$17,0 \times 10^4$	0	2×10^6	$6,3 \times 10^6$
Қасқа жусан	$13,3 \times 10^6$	$16,7 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	$9,0 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$10,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$5,0 \times 10^6$	$20,3 \times 10^6$
Ащы жусан	$68,3 \times 10^6$	$25,7 \times 10^6$	$3,0 \times 10^6$	$23,3 \times 10^4$	$15,0 \times 10^4$	$9,3 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$10,0 \times 10^6$	$4,3 \times 10^6$
Дәрілік бақбақ	$16,7 \times 10^6$	$8,0 \times 10^6$	0	$23,7 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	$0,3 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$16,3 \times 10^6$	$4,7 \times 10^6$
Кәдімгі триполиум	$7,0 \times 10^6$	$3,7 \times 10^6$	0	$7,3 \times 10^4$	$1,0 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$0,7 \times 10^4$	$2,7 \times 10^6$	$1,7 \times 10^6$
Ақ жусан	$12,7 \times 10^6$	45×10^6	$1,0 \times 10^6$	$59,7 \times 10^4$	$23,0 \times 10^4$	$11,0 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$	$12,3 \times 10^6$	$2,0 \times 10^6$
Егістік қалуен	45×10^6	$4,3 \times 10^6$	0	$39,0 \times 10^4$	$7,0 \times 10^4$	$10,3 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	$9,7 \times 10^6$	$5,7 \times 10^6$

Крахмалды-аммиакты агар амилотитикалық бактерияларды өсіруге арналған, олар крахмалды ыдырату қабілетіне ие. КАА-да өсетін микроағзалар көмірсудың ыдырауында маңызды рөл атқарады, бұл органикалық заттарды қайта өңдеуге ықпал етеді. Мұнда ең жоғары көрсеткішке ие ақ жусан өсімдігінен алынған бактериялар болса, ең аз саны кәдімгі триполиумға тән. Бұл қоректік ортада актиномицеттердің өсуі шамалас болды, ал дәрілік бақбақ, кәдімгі триполиум, егістік қалуен микрофлорасында актиномицеттер өсуі байқалмайды. КАА қоректік ортасына тән микроағзалардың көпшілігі сары түсті немесе ақшыл-сары, беті тығыз және тегіс, пішіні дөңгелек.

Гаузе қоректік ортасы бойынша да бактериялардың саны актиномицеттерге қарағанда көптігі байқалды. Онда ақ жусан бактериялар мен актиномицеттерге бай екендігін көруге болады, бірақ актиномицеттердің саны бактериялармен салыстырғанда 2,6 есе аз. Гаузеде өскен микроағзалар колониясының түсі көбіне ақ немесе ақшыл сары, беті тегіс, ол оптикалық қасиеті бойынша мөлдір болады, мөлшері 7-41 мм аралығында.

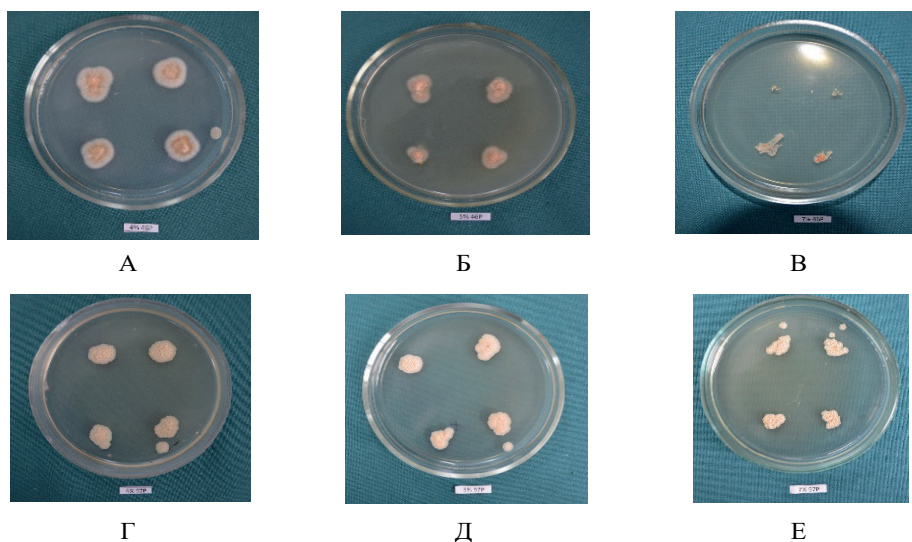
Гетчинсон қоректік ортасында өсетін актиномицеттер органикалық қалдықтардың ыдырау процестеріне, сондай-ақ целлюлозаның, гумин қышқылдарының ыдырауына және топырақтағы минералды, органикалық және басқа қосылыстардың айналымына белсенді қатысатын болғандықтан бұл топтың өкілдерінің санын анықтау өте маңызды. Бұл ортада өскен актиномицеттер саны $0,3 \times 10^4$ - $17,0 \times 10^4$ аралығында өзгерді. Гетчинсон қоректік ортасына 2,2-35,1 мм болатын, көпшілігінің пішіні дөңгелек, беті тегіс емес актиномицеттер тән.

Чапек-Докс ортасы көбіне саңырауқұлақтарды өсіруге және зерттеуге арналған жасанды қоректік орта. Ортада саңырауқұлақтардың өсуі үшін оңтайлы жағдайлар бар, қышқылданған қоректік орта бактериялардың көпшілігінің дамуына кедергі келтіреді. Лессинг жусанының микрофлорасында саңырауқұлақтардың өсуі байқалмады, ал басқа өсімдіктер микрофлорасында олардың саны $0,7 \times 10^4$ және $2,0 \times 10^4$ аралығында болды. Бұл саңырауқұлақтардың колониясының көпшілігінің ауа мицелийлерінің түсі ақ, субстрат мицелийлерінің түсі бозғылт-сары, ризоидты жиегі бар дөңгелек пішінді, консистенциясы біркелкі емес құрғақ.

Эшби ортасы актиномицеттерді өсіру үшін қолайлы болып табылады, өйткені олар органикалық заттарды ыдырату және табиғи антибиотиктерді синтездеу процестерінде маңызды

рөл атқарады. Актиномицеттер органикалық заттарды минералдандыру арқылы топырақтағы патогендерді тежеп, оның құрылымы мен құнарлылығын жақсартады. Бұл ортада өсірілген бактериялардың санының ең көбі дәрілік бақбаққа, ал ең аз мөлшері Лессинг жусанына тән. Актиномицеттер қасқа жусан ризосферасында кеңінен таралғаны анықталды.

Тұзға төзімді өсімдіктердің ризосфералық микрофлорасынан алынған микроағзалар штамдары келесі зерттеулерде хлорлы натрийдің әртүрлі концентрациялары қосылған картоп ағарының тығыз қоректік ортасында зерттелді. Штамдардың өсу қарқындылығына байланысты тұзға төзімділігі анықталды. Қоректік ортаға қосылған хлорлы натрий мөлшеріне қарай кейбір штамдардың өсуі артса, көпшілігінде өсу баяулайтыны байқалды (1-сурет).



Glutamicibacter halophytocola 46P бактериясының NaCl әртүрлі концентрациясында өсуі мен дамуы: А - 4%; Б - 5%; В - 10%

Microbacterium oxydans 97P бактериясының NaCl әртүрлі концентрациясында өсуі мен дамуы: Г - 4%; Д - 5%; Е - 7%

1-сурет – Микроағзалардың тұзды ортада өсуі мен дамуы

Қоректік ортада тұздың концентрациясы жоғарылаған сайын бактерия жасушаларындағы судың азаюына әкеледі, бұл олардың дегидратациясын тудырады және негізгі жасушалық процестерді бұзады. Сонымен қатар тұздың концентрациясы жоғары болуы жасуша мембранасының өткізгіштігін өзгерте алады, бұл қоректік заттардың түсуін және метаболизм өнімдерін жоюды қиындатады (2-кесте). Осылайша, тұздың көбеюі бактериялардың жұмыс істеуі мен дамуын қиындататын стрестік жағдайларды тудырады.

2 -кесте – Биосоллюбилизациялаушы бактериялардың скринингі

Штамм	Штамм колонияларының диаметрі, мм							
	Бақылау	Хлорлы натрий мөлшері, %						
		1%	2%	3%	4%	5%	7%	10%
<i>Massilia albidiflava</i> 7P	15,7±0,5	18,2±1,0	13,7±0,4	12,5±0,3	13,2±2,3	3,5±0,2	7,7±0,3	5,0±0,0
<i>Arthrobacter agilis</i> 41P	4,0±0,1	4,5±0,2	7,7±0,3	5,0±0,0	3,0±0,2	3,5±0,4	4,7±0,4	2,2±0,3
<i>Ornithinibacillus scapharcae</i> 44P	24,5±0,8	16,0±0,5	25,0±0,9	18,2±1,5	15,5±0,2	20,0±0,8	6,0±0,9	7,5±0,0
<i>Paracoccus carotinifaciens</i> 46P	4,5±0,1	3,7±0,1	16,2±0,3	14,0±0,3	15,5±0,4	12,2±0,2	9,5±0,2	3,5±0,1

2 - кестенің жалғасы

<i>Pseudomonas aeruginosa</i> 52P	32,0±1,0	22,5±0,5	22,0±0,1	20,5±0,3	19,2±0,3	17,5±0,2	9,2±0,0	9,5±0,1
<i>Bacillus megaterium</i> 60P	15,5±0,1	14,2±0,2	21,0±0,3	22,0±0,3	16,2±0,4	15,2±0,2	10,2±0,0	6,0±0,2
<i>Flavobacterium frigidimaris</i> 61P	12,2±0,1	11,1±0,2	6,5±0,5	19,0±0,5	6,5±0,3	4,5±0,1	5,0±0,0	6,5±0,1
<i>Sphingomonas roseiflava</i> 86P	14,2±0,2	10,2±0,7	13,5±0,4	16,7±1,1	14,0±0,4	13,2±0,2	13,5±0,4	11,2±0,5
<i>Pseudomonas silesiensis</i> 92P	15,7±0,5	11,7±0,2	6,7±0,2	4,5±0,1	5,0±0,2	4,2±0,2	–	3,1±0,1
<i>Microbacterium oxydans</i> 97P	11,7±0,0	10,2±0,1	13,5±0,3	15,2±0,1	13,0±0,1	12,7±0,4	15,7±0,0	12,5±0,1
<i>Pseudomonas indoloxydans</i> 104P	11,7±0,2	10,7±0,1	18,5±0,2	20,7±0,0	10,2±0,1	10,2±0,4	14,2±0,4	8,5±0,1

Ақкекірелер тұқымдасы өсімдіктерінің ризосферасынан бөліп алынған микроағзалардың ішінде ең жоғары биосоллюбилизация қабілетке ие штамдарға *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingomonas roseiflava* 86P, *Microbacterium oxydans* 97P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P изоляттарын жатқызуға болады. Оның ішінде тұздың концентрациясы артқан сайын *Microbacterium oxydans* 97P штаммы колониясының көлемінің артуы байқалды. Ал *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, *Sphingomonas roseiflava* 86P, *Pseudomonas indoloxydans* 104P штамдары колониясының көлемі 1%, 2%, 3%-дық тұзды ортада артқанымен тұз концентрациясының мөлшері артқан сайын олардың өсуі баяулады. Тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан оқшауланған бұл штамдардың барлығы дерлік бактериялардың штамдары. Бұл микроағзаларды болашақта топырақтың тұздылығын төмендетуге арналған биопрепараттар жасауға қолдану арқылы ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен тұрақтылығын арттыруға ықпал етеді деген тұжырым жасауға болады.

Жалпы алғанда Солтүстік Қазақстан топырағының микрофлорасы алуан түрлілігімен ерекшеленеді. Мұнда негізінен ауыл шаруашылығы дақылдарын өсіруге қолайлы қара топырақ пен қара қоңыр топырақ басым, алайда аймақта сор және сортаң топырақта кездеседі. Бұл топырақ жергілікті ландшафтың маңызды бөлігін алып жатыр және көбіне ойпатты, төменгі рельефті аймақтарда кездеседі. Сорлар мен сортаң топырақ ауыл шаруашылығында қолдануға тиімсіз болып табылады, себебі мұндай топырақта өсімдіктердің өсуі қиын. Топырақтың биологиялық белсенділігінің бұзылуы микрофлора қауымдастықтары үшін қоректік көздердің азаюына әкеледі. Тұздану процесінің ауыл шаруашылығы өнімдеріне әсері азотты сіңіру процесінің бұзылуымен, өсімдіктердің өсуі мен дамуына теріс әсерімен байланысты болады.

Ауыл шаруашылығын дамытуда өсімдіктердің өсуін ынталандыратын бактерияларды қолдану тұзданған топырақты қалпына келтіруде маңызды орын алады. Өз еңбектерінде Л.П. Треножникова, С.А. Айткельдиева, И.Э. Смирнова, А.Х. Хасенова, С.Ш. Шакиев, Г.Д. Ултанбекова Солтүстік Қазақстанның Қостанай облысының галофиттері ризосферасынан алынған топырақтар микрофлорасын зерттеген [12]. Тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасынан алынған бактериялар өсімдіктердің тұзды стресспен күресуіне азотты бекітіп, оның сіңірілуін жақсарту, өсімдіктің өсуін реттеуші фитогормондар бөлу, осмостық стресті азайту арқылы әсер етеді [13].

Қорытынды

Топырақтың тұздануы құрғақ ландшафттарға тән және топырақтың деградациясының белгілерінің бірі болып табылады. Бұл процес топырақ құнарлылығын айтарлықтай төмендетеді, бұл әсіресе Қазақстан сияқты климаты құрғақ аумақтарда байқалады. Тұздану құбылысы топырақтың физикалық-химиялық қасиеттерін нашарлатады, ылғал мен қоректік

заттарды сақтау қабілетін төмендетеді, нәтижесінде дақылдардың өнімділігіне теріс әсер етеді. Тұзданумен күресуде микробиологиялық әдіс экологиялық таза әрі тиімді әдіс болып табылады. Микробиологиялық талдау нәтижесінде Ақкекірелер тұқымдасы өсімдіктерінің топырағының микробиологиялық белсенділігі зерттелді. Бұл тұқымдасқа жататын тұзды топырақ өсімдіктері бактериялар мен актиномицеттерге бай екендігі, әсіресе бактериялардың ащы жусан, ал актиномицеттер ақ жусан ризосферасында шоғырланғандығы анықталды. Сонымен қатар, зерттелген өсімдіктердің Лессинг жусанынан басқа түрлерінің микрофлорасына саңырауқұлақтар тән. Зерттеудің нәтижесінде ақ жусан ризосферасынан бөліп алынған *Paracoccus carotinifaciens* 46P, *Bacillus megaterium* 60P, *Flavobacterium frigidimaris* 61P, егістік қалуеннен - *Sphingomonas roseiflava* 86P, ащы жусаннан - *Microbacterium oxydans* 97P, қасқа жусан өсімдігінен - *Pseudomonas indoloxydans* 104P штамдары тұзға төзімділік көрсетті. Аталмыш микроағзалар штамдары келешекте тұзды топырақтарды биоремедиациялау мақсатында қолданылатын биопрепараттар жасауға қолданылады. Келесі зерттеу жұмыстарында тұзға төзімді өсімдіктер ризосферасының микрофлорасынан бөліп алынған штамдар тұзды топырақты биоремедиациялау мақсатында қолданылатын биопрепараттар әзірлеуге ұсынылатын болады.

Авторлардың қосқан үлесі

АН, ГМ, ЭБ, НШ, АК: зерттеуді жүргізді және рәсімдеді, әдеби дереккөздерді іздеді, жиналған деректерді талдады, қолжазба дайындады. АН: қолжазбаны түпкілікті редакциялау жүргізді. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқыды және мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс Қазақстан Республикасы Жоғары Білім және ғылым министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған ЖТН BR24992961 «Топырақтың құнарлылығы мен дақылдардың өнімділігін арттыру үшін биожүйелерді органикалық минералды тыңайтқыштарға қолдана отырып көмір қалдықтарын өндеудің жаңа технологияларын әзірлеу» мақсатты қаржыландыру бағдарламасы аясында орындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Daliakopoulos, IN, Tsanis, IK, Koutroulis, A, Kourgialas, NN, Varouchakis, AE, Karatza, GP, Ritsema, CJ. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of The Total Environment*, 573, 727-739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.177.
- 2 Zhang, G., Bai, J., Zhai, Y., Jia, J., Zhao, Q., Wang, W., Hu, X. (2024). *Journal of Advanced Research*, 59, 129-140. DOI: 10.1016/j.jare.2023.06.015.
- 3 Suska-Malawska, M., Vyrakhamanova, A., Ibraeva, M., Poshanov, M., Sulwiński, M., Toderich, K., Mętrak, M. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan. *Agronomy*, 12, 1207. DOI: 10.3390/agronomy12051207.
- 4 Flowers, TJ. (2004). Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 55, 307-319. DOI: 10.1093/jxb/erh003.
- 5 Gamalero, E., Berta, G., Bernard, RG. (2009). The use of Microorganisms to Facilitate the Growth of Plants in Saline Soils. *Microbial Strategies for Crop Improvement*, 1-22. DOI:10.1007/978-3-642-01979-1_1.
- 6 Исанова, ГТ, Абудувайли, Ц., Мамутов, ЖУ, Калдыбаев, АА, Сапаров, ГА, Базарбаева, ТА. (2017). Засоленные почвы и определение провинции соленакопления на территории Казахстана. *Аридные экосистемы*, 23: 4(73), 35-43.
- 7 Kalwasińska, A., Hulisz, P., Szabó, A., Binod Kumar, S., Michalski, A., Solarczyk, A., Wojciechowska, A., Piernik, A. (2023). Technogenic soil salinisation, vegetation, and management shape microbial abundance, diversity, and activity. *Science of The Total Environment*, 905(13), 167380. DOI:10.1016/j.scitotenv.167380.

- 8 Кауричев, ИС. (1980). *Практикум по почвоведению*. Москва: Колос, 272.
- 9 Нетрусов, АИ, Егорова, МА, Захарчук, ЛМ, и др. (2005). *Практикум по микробиологии: учебное пособие для студентов высших учебных заведений*. Издательский центр «Академия», 608.
- 10 Прудникова, СВ. (2008). *Микробиология с основами вирусологии*. Красноярск: ИПК СФУ, 149.
- 11 Aneesa, M., Qayyuma, A., Jamilb, M., ur Rehmana F., Abide, M., Saqib Malika, M., Yunasd, M., Ullahe, K. (2020). Role of halotolerant and chitinolytic bacteria in phytoremediation of saline soil using spinach plant. *International journal of phytoremediation*, 22: 6, 653-661. DOI: 10.1080/15226514.2019.1707160.
- 12 Треножникова, ЛП, Айткельдиева, СА, Смирнова, ИЭ, Хасенова, АХ, Шакиев, СШ, Ултанбекова, ГД. (2012). Состав актиномицетов и их свойства в экстремальных экосистемах Северного Казахстана. *Вестник КазНУ*, 3(55), 118-127.
- 13 Лавренчук, ЛС, Ермошин, АА. (2019). *Микробиология: практикум*. Издательство Уральского университета, 107.
- 14 Зотеева, ЕА. (2019). *Ботаника: морфология и систематика растений*. Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 76.

References

- 1 Daliakopoulos, IN, Tsanis, IK, Koutroulis, A., Kourgialas, NN, Varouchakis, AE, Karatza, GP, Ritsema, CJ. (2016). The threat of soil salinity: A European scale review. *Science of The Total Environment*, 573, 727-739. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2016.08.177.
- 2 Zhang, G., Bai, J., Zhai, Y., Jia, J., Zhao, Q., Wang, W., Hu, X. (2024). *Journal of Advanced Research*, 59, 129-140. DOI: 10.1016/j.jare.2023.06.015.
- 3 Suska-Malawska, M., Vyrakhamanova, A., Ibraeva, M., Poshanov, M., Sulwiński, M., Toderich, K., Mętrak, M. (2022). Spatial and In-Depth Distribution of Soil Salinity and Heavy Metals (Pb, Zn, Cd, Ni, Cu) in Arable Irrigated Soils in Southern Kazakhstan. *Agronomy*, 12, 1207. DOI: 10.3390/agronomy12051207.
- 4 Flowers, TJ. (2004). Improving crop salt tolerance. *Journal of Experimental Botany*, 55, 307-319. DOI: 10.1093/jxb/erh003.
- 5 Gamalero, E., Berta, G., Bernard, RG. (2009). The use of Microorganisms to Facilitate the Growth of Plants in Saline Soils. *Microbial Strategies for Crop Improvement*, 1-22. DOI:10.1007/978-3-642-01979-1_1.
- 6 Isanova, GT, Abuduvajli, C., Mamutov, ZHU, Kaldybaev, AA, Saparov, GA, Bazarbaeva, TA. (2017). Zasolennye pochvy i opredelenie provincii solenakopleniya na territorii Kazahstana. *Aridnye ekosistemy*, 23: 4(73), 35-43. [in Russ].
- 7 Kalwasińska, A., Hulisz, P., Szabó, A., Binod Kumar, S., Michalski, A., Solarczyk, A., Wojciechowska, A., Piernik, A. (2023). Technogenic soil salinisation, vegetation, and management shape microbial abundance, diversity, and activity. *Science of The Total Environment*, 905(13), 167380. DOI:10.1016/j.scitotenv.167380.
- 8 Kaurichev, IS. (1980). *Praktikum po pochvovedeniyu*. Moskva: Kolos, 272. [in Russ].
- 9 Netrusov, AI, Egorova, MA, Zaharchuk, LM, i dr. (2005). *Praktikum po mikrobiologii: uchebnoe posobie dlya studentov vysshih uchebnyh zavedenii*. Izdatel'skii centr Akademiya, 608. [in Russ].
- 10 Prudnikova, SV. (2008). *Mikrobiologiya s osnovami virusologii*. Krasnoyarsk: IPK SFU, 149. [in Russ].
- 11 Aneesa, M., Qayyuma, A., Jamilb, M., ur Rehmana, F., Abide, M., Saqib Malika, M., Yunasd, M., Ullahe, K. (2020). Role of halotolerant and chitinolytic bacteria in phytoremediation of saline soil using spinach plant. *International journal of phytoremediation*, 22: 6, 653-661. DOI: 10.1080/15226514.2019.1707160.
- 12 Trenochnikova, LP, Ajtkel'dieva, SA, Smirnova, IE, Hasenova, AH, SHakiev, SSH, Ultanbekova, GD. (2012). Sostav aktinomicetov i ih svojstva v ekstremal'nyh ekosistemah Severnogo Kazahstana. *Vestnik KazNU*, 3(55), 118-127. [in Russ].

13 Lavrenchuk, LS, Ermoshin, AA. (2019). *Mikrobiologiya: praktikum*. Izdatel'stvo Ural'skogo universiteta, 107. [in Russ].

14 Zoteeva, EA. (2019) *Botanika: morfologiya i sistematika rastenij*. Ekaterinburg: Uralskii gosudarstvennyi gosudarstvennyi lesotekhnicheskii universitet, 76. [in Russ].

Отбор солеустойчивых микроорганизмов, распространенных в ризосфере растений семейства Астровых (*Asteraceae*)

Науанова А.П., Максутбекова Г.Т., Баимбетова Э.М., Шуменова Н.Ж., Касипхан А.

Аннотация

Предпосылки и цель. Засоление почвы является одним из основных факторов, ограничивающих глобальную продуктивность сельского хозяйства и продовольственную безопасность. Антропогенное воздействие также способствует деградации сельскохозяйственных угодий, что приводит к увеличению процесса засоления в засушливых и полувзасушливых регионах. Засоление почв способствует снижению урожайности и качества сельскохозяйственных культур. В этой связи, поиск новых путей биоремедиации засоленных почв входит в число актуальных вопросов. Цель исследования - изучение ризосферной микрофлоры растений, относящихся к семейству Астровых, произрастающих на засоленных почвах Северного Казахстана, и отбор новых штаммов солеустойчивых микроорганизмов.

Материалы и методы. В ходе выполнения лабораторных исследований были выявлены количественные показатели и содержание ризосферных микроорганизмов у растений, относящихся к семейству Астровых, путём посева на плотную питательную среду методом разведения. Чистые культуры были выделены с помощью микробиологического анализа. Чистые культуры были посеяны на картофельный агар, содержащий различные концентрации 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7% и 10% хлористого натрия. Были отобраны солеустойчивые штаммы микроорганизмов из ризосферы растений семейства Астровых.

Результаты. В данной статье приводятся результаты микробиологического анализа ризосферы некоторых растений, принадлежащих к семейству Астровых и произрастающих на засоленных почвах Шортандинского и Целиноградского районов Акмолинской области, с выделением новых штаммов. Наряду с видами микроорганизмов, питающимися органическими и неорганическими формами азота, дана характеристика распространения целлюлозоразрушающих, азотфиксирующих бактерий, микроскопических грибов и актиномицетов, выделенных из ризосферы растений семейства Астровых. Солеустойчивость выделенных штаммов изучена на селективной среде с различными концентрациями хлорида натрия, в результате отобраны перспективные штаммы для биоремедиации засоленных почв.

Закключение. В результате микробиологического анализа ризосферы почв дикорастущих растений семейства Астровых выделены 11 штаммов. При культивировании новых штаммов на картофельном агаре с добавлением NaCl отобраны 6 штаммов, устойчивых к засоленной среде. В дальнейших исследованиях будут разработаны биопрепараты на основе функциональных групп микроорганизмов для восстановления засоленных почв и повышения продуктивности сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: микроорганизм; засоленная почва; семейство Астровых; солеустойчивость.

Isolation and characterization of salt-tolerant microorganisms from the rhizosphere of *Asteraceae* plants

Ainash P. Nauanova, Gulzhanat T. Maxutbekova, Elmira M. Baimbetova,
Nazymgul Zh. Shumenova, Akgul Kassipkhan

Abstract

Background and Aim. Soil salinization is one of the most crucial factors limiting global agricultural productivity and threatening food security. In addition to natural causes, anthropogenic activities accelerate the degradation of arable land, intensifying the process of soil salinization in arid and semi-arid regions. Excessive salt levels reduce crop yield and quality. Therefore, the search for effective methods of saline soil bioremediation remains highly relevant. This study aimed to investigate the rhizosphere microflora of plants from the Asteraceae family growing in saline soils in Northern Kazakhstan and to identify new salt-resistant microbial strains.

Materials and Methods. Quantitative and compositional analyses of rhizosphere microorganisms from Asteraceae plants were conducted using serial dilution and bacteriological inoculation on solid nutrient media. Pure cultures were isolated and then tested for salt tolerance by culturing them on potato agar supplemented with sodium chloride at concentrations of 1%, 2%, 3%, 4%, 5%, 7%, and 10%. Salt-tolerant strains were selected from the rhizosphere samples.

Results. The study presents the results of microbiological analyses of rhizosphere samples collected from Asteraceae plants, growing in saline soils of Shortandy and Tselinograd Districts in the Akmola region. Several new strains were isolated. In addition to species capable of utilizing organic and inorganic forms of nitrogen, cellulose-degrading, nitrogen-fixing bacteria, microscopic fungi, and actinomycetes were also recorded. The salt tolerance of isolated strains was evaluated on selective media with varying sodium chloride (NaCl) concentrations. As a result, several long-term viable strains suitable for use in saline environments were identified.

Conclusion. A total of 11 microbial strains were isolated from the rhizosphere of the wild Asteraceae plants. Among them, six demonstrated significant resistance to saline conditions when grown on potato agar with sodium chloride. In the future research, these strains will serve as a basis for developing functional-group-based biopreparations aimed at saline soil remediation and enhancing agricultural productivity.

Keywords: microorganism; saline soil; Asteraceae family; salt-tolerance.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 14-29. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1840

УДК 633.34

Исследовательская статья

Результаты оценки сортов сои различного происхождения в условиях Северного Казахстана

Кипшакбаева Г.А. , Әшірбекова І.Ә. , Амантаев Б.О. , Сәбит Д.М. 

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Кипшакбаева Г.А.: guldenkipshakbaeva@bk.ru

Соавторы: (1: ІӘ) inkar_04.02.1992@mail.ru; (2: БА) bekrat-abu@mail.ru;

(3: ДС) onlyforworkdns@gmail.com

Получено: 22-01-2025 **Принято:** 17-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Северный Казахстан отличается сложными агроклиматическими условиями, влияющими на продуктивность сои. Изучение генетических особенностей сортов сои различного происхождения и их адаптации к этим условиям важно для повышения урожайности. Цель исследования – изучение сортового материала сои различного происхождения с целью выявления перспективных сортов для селекции на высокую продуктивность в условиях Северного Казахстана.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в условиях сухо-степной зоны на базе ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (далее - НПЦЗХ им. А.И. Бараева). В качестве исходного материала были использованы новые сорта и перспективный селекционный материал отечественной и зарубежной селекции. Учёт и анализ данных проводились по общепринятым методикам, с использованием дисперсионного анализа в программе Statistica 10, достоверность различий оценивалась при $P \leq 0,05$.

Результаты. Урожайность сортов варьировала от 2,5 до 16,4 ц/га, зависимо от группы спелости. Погодные условия удлиняли фазы развития, увеличивая вегетационный период. Установлены связи: длина вегетационного периода и элементы структуры урожая – сильная положительная связь ($r = 0,64-0,97$); длина вегетационного периода и урожайность – слабая отрицательная связь ($r = -0,27$). Коэффициент вариации урожайности составил $CV = 21,18\%$ для раннеспелых сортов и $CV = 5,51\%$ для среднеранних.

Закключение. Исследования показали, что продуктивность сортов сои значительно варьировала в зависимости от их особенностей и условий возделывания. Как показали результаты исследований, основными показателями формирования высокой урожайности были элементы структуры урожая, что подтверждается результатами статистической обработки. Выявленные в результате исследований сорта сои в разрезе двух групп спелости (ранняя и среднеранняя) рекомендуются для практического внедрения в селекционный процесс, как источники продуктивности в условиях Северного Казахстана.

Ключевые слова: соя; вегетационный период; фотосинтетическая деятельность; хозяйственно-ценные признаки; урожайность.

Введение

Соя (*Glycine max*) – важнейшая белково-масличная культура, приобретающая особое значение благодаря широкому использованию в различных отраслях сельского хозяйства, промышленности и продовольственного производства. На мировом рынке соя пользуется высоким спросом из-за её универсальности, она служит источником растительных масел и альтернативного белка,

особенно актуального в условиях дефицита животного белка [1]. Производство сои развивается стремительными темпами, что подтверждается увеличением площадей под её возделывание. По данным ФАО, на сегодняшний день соя культивируется на площади около 127,9 млн га в 94 странах мира, с наибольшими объемами производства в Бразилии, Аргентине, США и Индии [2]. В Казахстане, учитывая, что соя является новой культурой, отмечается увеличение посевных площадей, однако эти показатели не сравнимы с основной масличной культурой – подсолнечником. Надо отметить, что доля посевных площадей подсолнечника в севообороте доходит до 30%. При этом необходимо выделить, что для полноценного внедрения культуры сои в сельскохозяйственное производство, основным сдерживающим фактором является отсутствие отечественных сортов [3].

Как показывают исследования многих ученых, внедрение в производство новых сортов является основным рычагом повышения урожайности, при этом, их высокие адаптивные свойства позволят получать высокие и стабильные уровни урожая вне зависимости от условий года [4, 5, 6].

Как показывают исследования, для Северного Казахстана важны сорта сои с более коротким вегетационным периодом (86-98 суток) и сравнительно высокой урожайностью [7]. Помимо показателя скороспелости сорта, необходимо рассматривать другие показатели хозяйственно-ценных признаков и их взаимодействие с условиями возделывания. Важным при этом является реакция сортов, уровень урожайности и адаптивные способности сортов [8, 9].

Цель исследования – изучение сортового материала сои различного происхождения с целью выявления перспективных сортов для селекции на высокую продуктивность в условиях Северного Казахстана.

Материалы и методы

Полевой эксперимент был проведен на базе НППЦЗХ им. А.И. Бараева 71°01' в.д., 50°39' с.ш. Для закладки полевого стационара использовался предшественник - пар. Обработка почвы - согласно зональной технологии возделывания сельскохозяйственных культур.

В качестве объектов исследований использованы 100 сортообразцов сои различного эколого-географического происхождения.

Исследования проводили согласно методическим указаниям ВИР [10].

Гидротермический коэффициент (ГТК) рассчитывался по методике Г.Т. Селянинова [11], используя данные о среднесуточных температурах воздуха и суточных суммах осадков, полученные с метеостанции METUS.

Фенологические наблюдения за ростом и развитием сои проводили согласно методике W.R. Fehr и C.E. Cavines [12].

Для проведения анализа по показателям элементов структуры урожая отбирали 25 растений [13].

Высоту растений измеряли переносной рейкой с точностью до 1 см.

Биомассу растений и площади листьев зернобобовых культур определяли по методике А.А. Ничипоровича [14].

Интенсивность фотосинтеза определяли с помощью прибора MINI PAM II.

Накопление сухого вещества определяли по 10 растениям.

Определение количества пигментов и определение хлорофилла в листьях по методике Н.Н. Третьякова и др. [15].

Уборку осуществляли по мере наступления уборочной спелости. Расчет уровня урожайности (ц/га) проводили на основе массы семян с делянки после обмолота снопа на ручной молотилке «Wintersteiger LD 350».

Обработка экспериментальных данных производилась методом дисперсионного анализа с использованием программного обеспечения Microsoft Excel и пакета программ Statistica 10.

Результаты и обсуждение

Условия 2024 года значительно отличались от среднеголетних значений и при этом, необходимо отметить, реакцию изучаемого набора сортов сои на изменение условий возделывания. Изменчивость условий доказывается значительными отклонениями гидротермического коэффициента (рисунок 1).

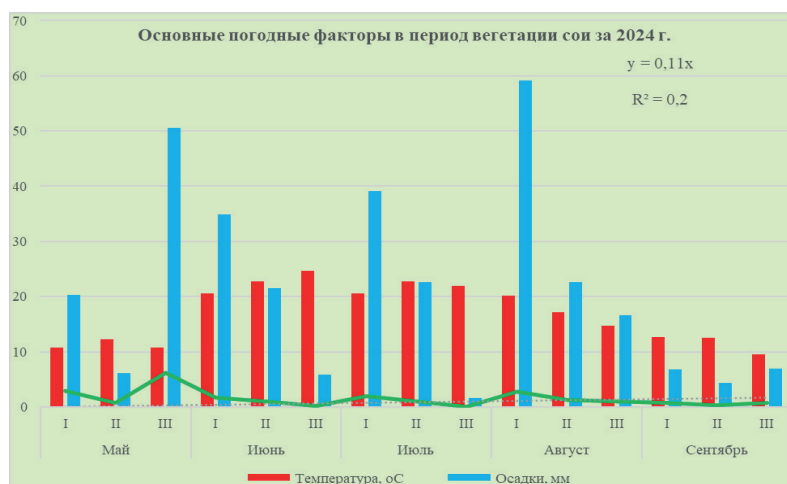


Рисунок 1 – Основные погодные факторы в период вегетации сои и изменчивость значений ГТК, 2024 г.

По результатам вегетации растений отмечается превышение влажностного фона в сравнении с среднеголетними значениями (май месяц превышение составило 44,5 мм, июнь-22,8 мм, июль-6,3 мм, август 66,8 мм соответственно). Отмечается нехарактерное выпадение осадков в начале вегетации культуры в мае месяце. Высокий влажностный фон позволил получить быстрые и дружные всходы, в сравнении с предыдущими годами. Необходимо отметить, что в этот период показатель температурного фона был на уровне среднеголетних значений. Остальные вегетативные и генеративные фазы развития проходили при сравнительно низком значении температуры и соответственно высокой увлажненности. По результатам исследований отмечаются низкие значения суммы эффективных температур, что, в свою очередь, сказалось на росте и развитии культуры в разрезе групп спелости. На рисунке 2 представлены результаты ГТК значений по месяцам.

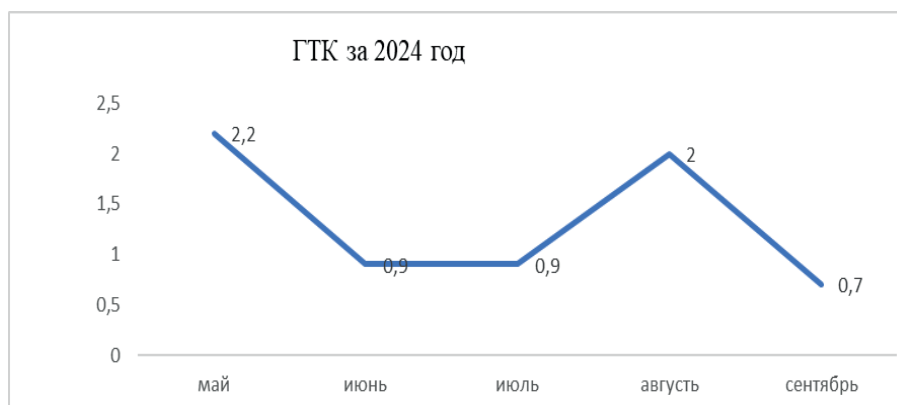


Рисунок 2 – Показатель ГТК по месяцам, 2024 г.

Высокие значения показателя ГТК являются не свойственным для условий севера Казахстана. Надо отметить, что предыдущие 5 лет характеризовались как остро засушливые и засушливые (ГТК значения были на уровне 0,2...0,7). В условиях сильноувлажненного и низкого температурного фонов 2024 года, важным являлась оценка имеющейся коллекции по основным хозяйственно-ценным признакам (их реакции).

Показатель длины вегетационного периода является основным показателем возможности внедрения тех или иных сортов в сельскохозяйственное производство. Это доказывается высокими значениями корреляционных связей с другими хозяйственно-ценными признаками, а главное с урожайностью [16]. Соответственно, для условий севера Казахстана необходимо выделить скороспелые и урожайные формы сои.

Соя является весьма пластичной культурой. Период ее вегетации зависит от агроклиматических условий зоны возделывания и сортовых особенностей, в связи с чем может изменяться в широких пределах от 70 до 160 дней и более [17]. Как показывают исследования, физиолого-морфологические особенности сортов являются основными показателями реакции сортов сои. В агроэкологических зонах с неравномерным выпадением осадков и неустойчивым температурным фоном в течение вегетации растений необходимо использование скороспелых сортов сои с сравнительно коротким периодом «всходы-начало цветения» и продолжительным (37–45 суток) цветение-созревание [18].

Соя является фотопериодически высокочувствительной, короткодневной культурой и для перехода в репродуктивную стадию требует определённого соотношения продолжительности освещения и темноты. В условиях длинного дня вегетация сои замедляется, особенно растягивается период самого цветения [19].

По нашим данным и по мнению других исследователей [20], необходимо создавать сорта с продолжительностью вегетации до 100 дней, чтобы развитие прекращалось в конце августа или начале сентября. Это позволит вовремя закончить уборку и подготовить почву для последующей культуры. Условия возделывания 2024 года очень резко отличаются от условий ранних лет за счет сравнительно высокого количества выпавших осадков в течение вегетации культуры (не характерными были условия мая, июня, июля и сентября). При этом, температурный фон был ниже среднеголетних значений. Соответственно реакция изучаемого материала была различной, особенно необходимо выделить показатели фотосинтетической деятельности и биометрических показателей. Увеличение осадков в период роста и развития растений привело к удлинению вегетационного периода основного количества изучаемых сортообразцов сои. Согласно результатам исследований изучаемый материал был разделен на 2 группы спелости (ранние и среднеранние). В таблице 1 представлены сорта сои, выделившиеся как ранние и представляющие интерес для селекции на скороспелость.

Таблица 1 – Выделившиеся сорта сои различного происхождения по оптимальным уровням прохождения межфазных периодов роста и развития и вегетационного периода, 2024 г.

№ п/н	Название сорта	Посев-всходы, суток	Всходы-цветение, суток	Цветение-созревание, суток	Вегетационный период, суток
1	Ивушка St.	17	36	49	85
2	Чера-1-3	19	35	48	83
3	Чера 1-1	19	35	48	83
4	Чера 1-2	18	36	48	84
5	Нуралем-1	17	37	42	89
6	Осмонь	20	34	48	82
7	К-0122	18	36	48	84
8	Алтом	19	35	48	83
9	Миляуша	19	35	48	83
10	Mandarin	18	36	48	84
11	Линия 97-21-1	18	36	48	84
12	Линия 61-2022-3	18	36	48	84
CV		4,64	2,13	7,83	5,11
R		3	3	14	17
σ		0,85	0,76	3,85	4,34
σ^2		0,72	0,58	14,85	18,81

Как показали исследования, условия года, в частности влажностный фон, способствовал увеличению, как межфазных периодов роста и развития сортов, так соответственно их вегетационного периода. В наших исследованиях ранняя группа спелости характеризуется длиной вегетации до 85 суток, коэффициент вариации составил 5,11%, Показатель пластичности также изменялся в зависимости от сорта, выделившийся материал сои характеризовался, как высокопластичный. При этом, показатель стабильности признака, характеризовался как стабильный. Необходимо отметить, что большая часть (51% всей изучаемой коллекции) сортообразцов сои относились к среднеранней группе спелости. Этому способствовали условия года. При этом, сортовой материал среднеранней группы спелости отличался от ранней группы спелости высокими показателями вариативности.

Фотосинтез – это ключевой процесс, обеспечивающий продуктивность растений. В ходе фотосинтеза накапливается энергия и формируются органические вещества, необходимые для роста и получения урожая [21-23]. Как показали результаты исследований, значения интенсивности фотосинтеза варьировали в зависимости от группы спелости и происхождения сортов (варьирование составило от 0,141 до 0,984). На рисунке 3 представлены выделившиеся сорта сои среди раннеспелой группы спелости (вегетационный период до 95 дней).

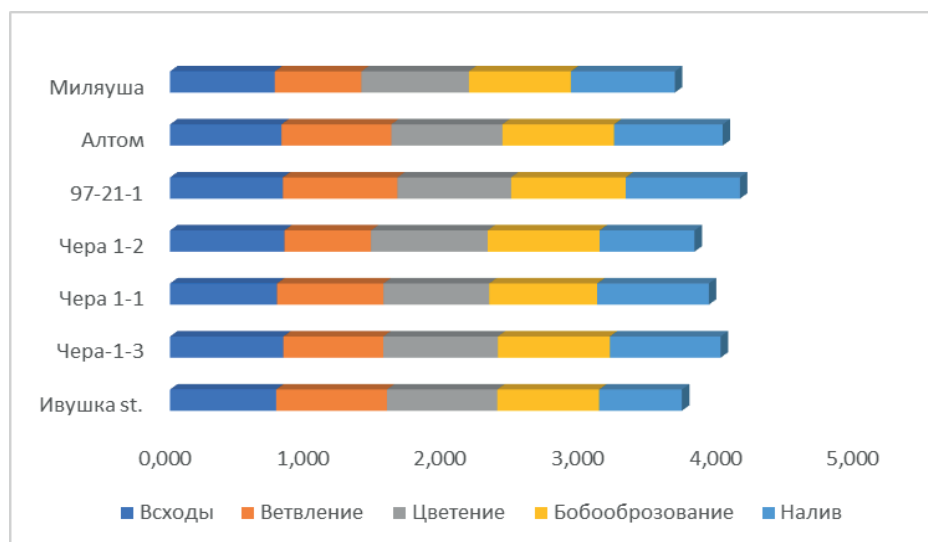


Рисунок 3 – Выделившиеся сорта сои ранней группы спелости по показателю интенсивности фотосинтеза, 2024 г.

Максимальное значение интенсивности фотосинтеза отмечается в фазу налива семян. Так как многими исследователями было доказано, что на формирование высокого значения интенсивности фотосинтеза влияют погодные условия, в частности оптимальное значение температурного и влажностного режимов. В условиях 2024 года основным лимитирующим фактором фотосинтетической деятельности является недобор суммы активных температур в период генеративной фазы роста и развития культуры и переувлажнение почвы.

Как показали результаты исследований предыдущих лет, в селекции сои для условий Северного Казахстана необходим комплексный подход как в оценке, так и при отборе исходного материала. В таблице 2 представлены выделившиеся в результате исследований сорта сои по биометрическим показателям (раннеспелая группа созревания).

Таблица 2 – Лучшие сорта сои обладающие высокими значениями биометрических показателей, 2024 г.

Название	Высота растения, см	Высота нижнего прикрепления нижнего боба, см	Количество боковых ветвей, см	Число продуктивных узлов на главном стебле, шт
Ивушка St.	25,67	7,67	3,67	4,33
Чера 1-1	43,40	7,00	0,60	10,60
Нуралем-1	41,00	7,67	2,67	7,67
Алтом	34,20	8,00	0,00	6,20
Миляуша	33,80	8,90	2,00	7,60
Дисперсия	48,47	2,21	2,24	5,28
Коэффициент вариации	18,54	21,08	85,30	32,15

Как показывают табличные данные, уровень коэффициента вариации изучаемых показателей находится на уровне достоверных данных и были стабильными, кроме показателя «Количество боковых ветвей» сортов раннеспелой группы созревания (коэффициент вариации 85,30%), что говорит о высокой его изменчивости.

Основным фактором повышения урожайности является фотосинтетическая деятельность растений. Однако, при этом высокие значения фотосинтетического потенциала способствуют низким значениям урожайности, по причине снижения продуктивности фотосинтеза сортов сои. Листовая поверхность играет большую роль в фотосинтетической деятельности и формируется в зависимости не только от условий влагообеспеченности, питания и других агротехнических элементов возделывания, но и от сортовых особенностей сои. Это динамический признак, который непрерывно изменяется в течение вегетации растений, ее оптимальное значение является решающим фактором продуктивности растений [24]. В наших исследованиях показатель количества листьев изменялся в зависимости от сорта и его происхождения, особенно на ранних сроках созревания. Максимальное значение показателя отмечается в фазу налива семян как в разрезе ранних, так и среднеранних сортов спелости (признак учитывался с фазы ветвления). На рисунке 4 представлены выделившиеся сорта сои ранней группы спелости.

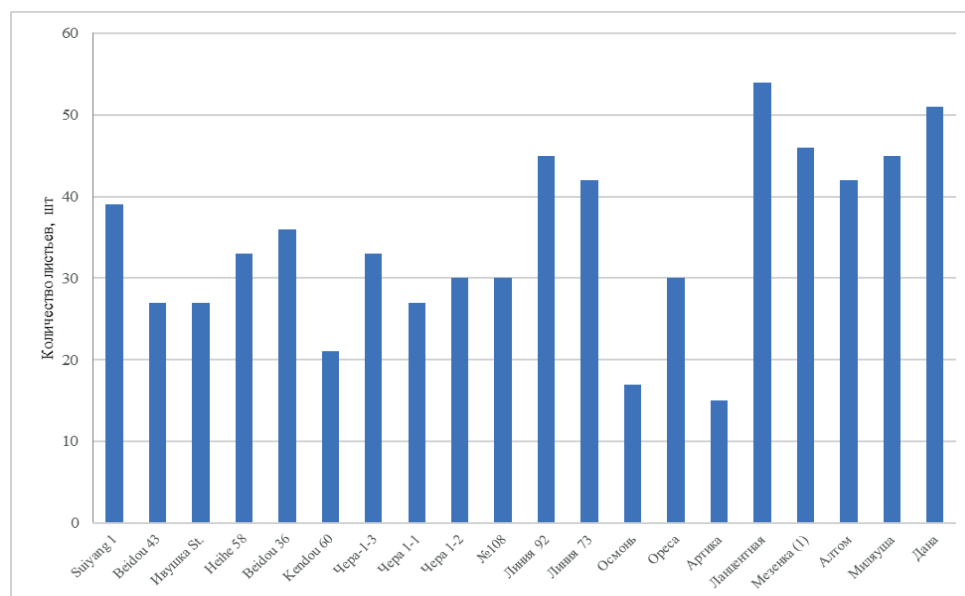


Рисунок 4 – Выделившиеся сорта сои ранней и среднеранней групп спелости по показателю количества листьев, 2024 г.

По показателю массы листьев также максимальный показатель отмечается в фазу налива семян. Показатель массы листьев аналогичен показателя количества листьев четко изменяется в зависимости от группы спелости сортов сои. На рисунке 5 представлены лучшие сорта сои с высокими значениями показателя массы листьев. Как видно из данных таблицы, максимальное количество показателя отмечается в фазу налива семян и определенной сортовой принадлежности в разрезе изучаемых сортов сои не определяется. Среднеранняя группа спелости превышает сорта ранней группы спелости по данному показателю в разрезе изучаемых фаз развития на 18-37%. Необходимо учесть, что сильный рост вегетативной массы растения, не всегда положительно влияет на продуктивность культуры и соответственно на длину вегетационного периода. Соответственно при селекции необходим тщательный отбор по данному признаку.

По показателю площади листьев необходимо отметить широкую вариативность показателей как в разрезе изучаемых сортов, так и групп спелости. Аналогичная картина отмечается и по этому признаку, максимальное значение отмечается по всем изучаемым сортам в фазу налива семян.

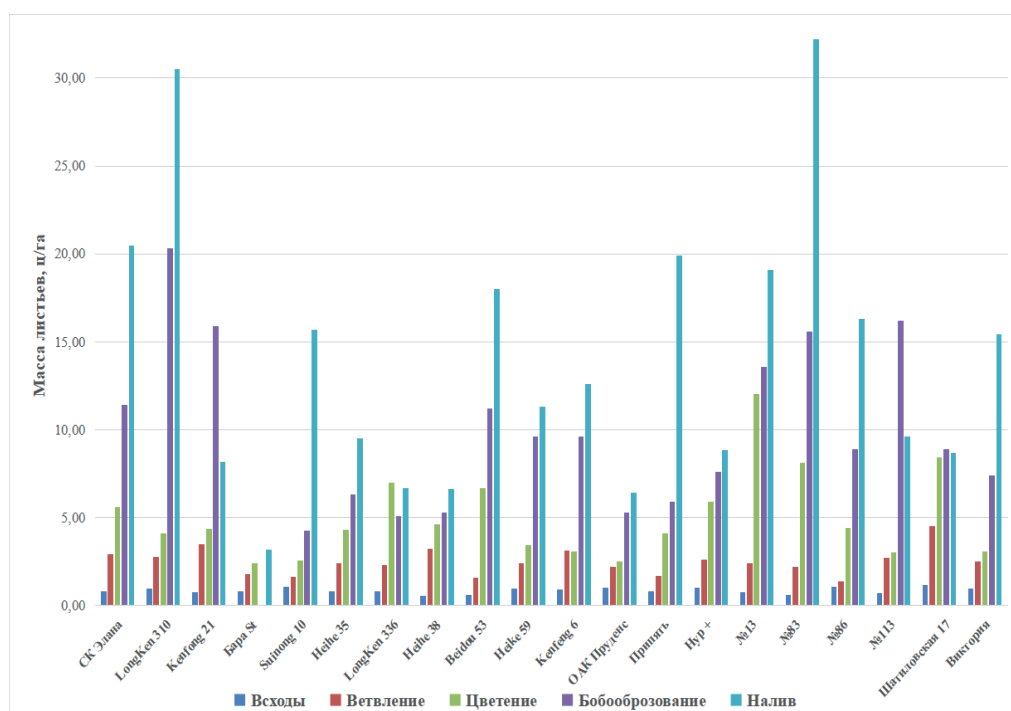


Рисунок 5 – Выделившиеся сорта сои ранней группы спелости по показателю массы листьев, 2024 г.

При проведении исследований выявлено, что сорта китайской селекции значительно отличались от сортов российской селекции, превышение составило в среднем на 18,4-46,1% и 17,9-51,3% соответственно. Также выделены ряд сортов сои с высокими значениями показателя, значительно превышающие стандартные сорта Ивушка и Бара.

Изучение длины междоузлия сортов сои различного происхождения показали, что условия года внесли свои коррективы на формирование данного признака. Необходимо учесть, что исследуемый материал относится к детерминантному и полудетерминантному типам развития. На рисунке 6 представлены лучшие сорта сои с стабильным проявлением роста согласно типу роста и длины междоузлия в разрезе групп спелости.

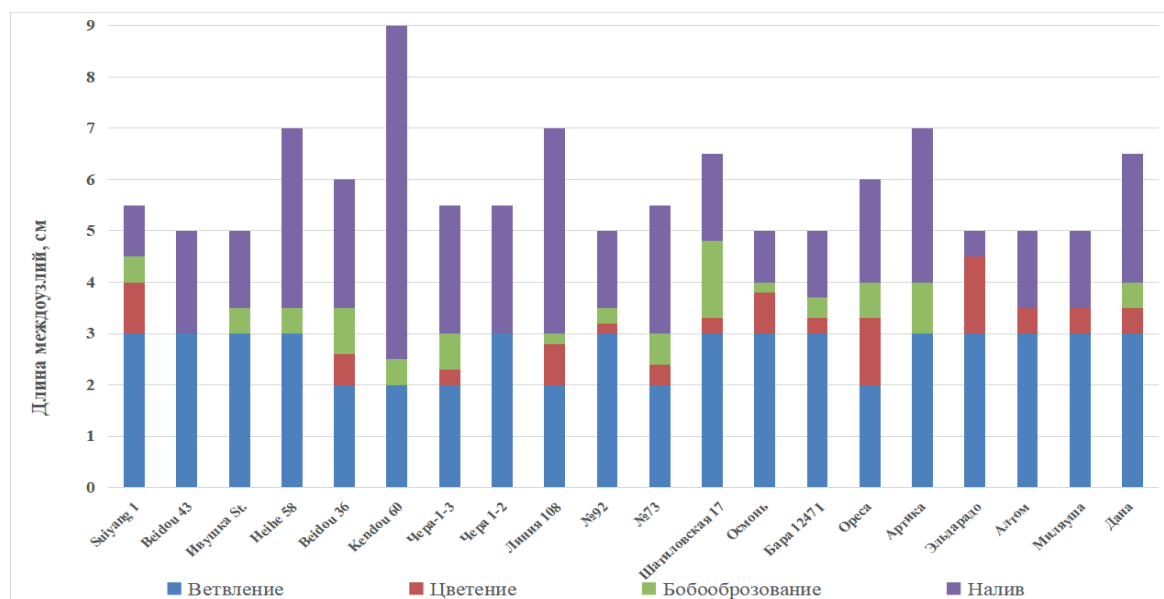


Рисунок 6 – Выделившиеся сорта сои ранней группы спелости по показателям длины стебля и длины междоузлия, 2024 г.

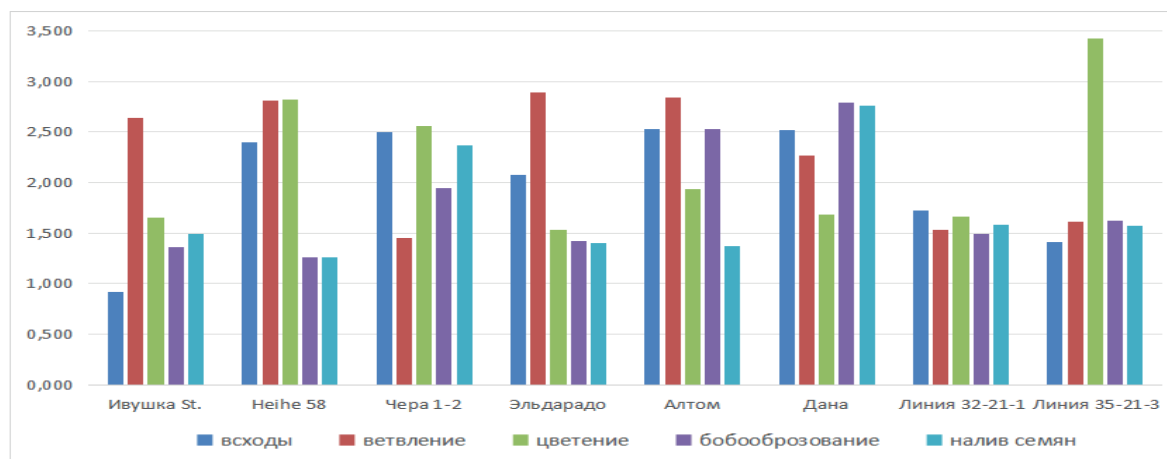
По результатам исследований выявлено, что условия в период прохождения фаз ветвления и налива сортов сои способствовали получению максимального значения по изучаемым признакам. Также, можно выделить сортовую особенность в разрезе разных групп спелости. Сорта среднеранней группы спелости отличались более высоким показателем роста и расположением, и количеством междоузлий.

Изучение сортов сои по содержанию биомассы показало, что условия 2024 года в период начального и конечного роста культуры способствовали формированию сравнительно большого количества как в разрезе изучаемых сортов, так и в разрезе групп спелости. В результате оценки сортов по показателю накопления биомассы и сухого вещества выявлена как сортовая особенность, так и их принадлежность к группам спелости. В группе ранних сортов необходимо выделить сорта Heihe 33, Мезенка и Suiyang 1. Показатели этих сортов по содержанию биомассы и сухого вещества превышали стандартный сорт Ивушка на 24,9 и 34,1% соответственно. В группе среднеранних сортов выделились сорт китайской селекции LongKen 310, Линия 78, Линия 63 отечественной селекции, которые превышали сорт Бара по показателям на 25,1 и 38,7%.

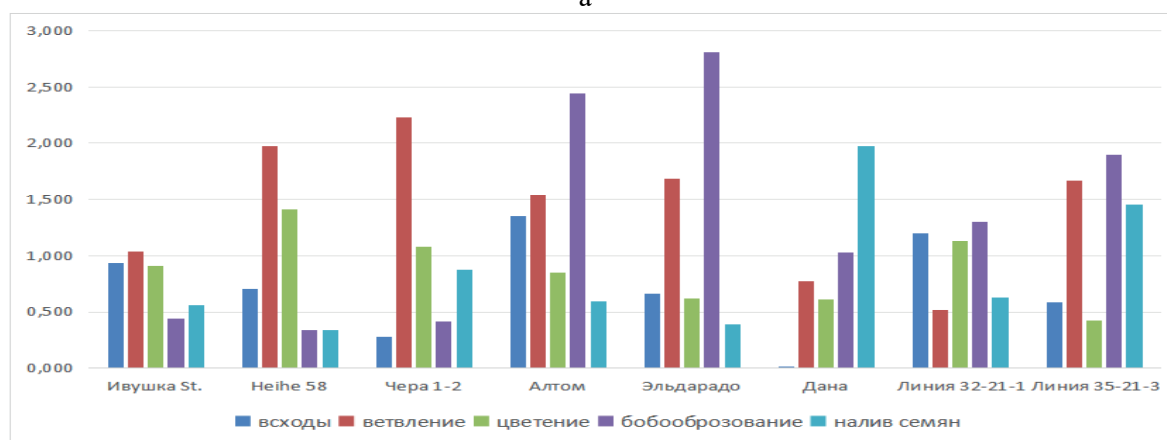
Центральным элементом фотосинтетического комплекса является хлорофилл - зеленый пигмент, играющий основную роль в фотосинтезе и являющийся важнейшим фактором метаболизма растения. Хлорофилл *a* преобразует световую энергию в энергию разделения зарядов, инициируя первый этап фотосинтеза. Хлорофилл *b*, входящий в светособирающие антенны, способствует усилению поглощения при недостатке света.

По результатам исследований многих ученых сформированное количество хлорофилла напрямую влияет на интенсивность фотосинтеза и урожайность сортов сои. Повышенное содержание хлорофилла *b* наблюдается в солнечную погоду, что обусловлено его защитной функцией, экранирующей фотосинтетически активный хлорофилл *a*. Во время световой стадии фотосинтеза поглощенная хлорофиллом энергия трансформируется в химическую [25-26].

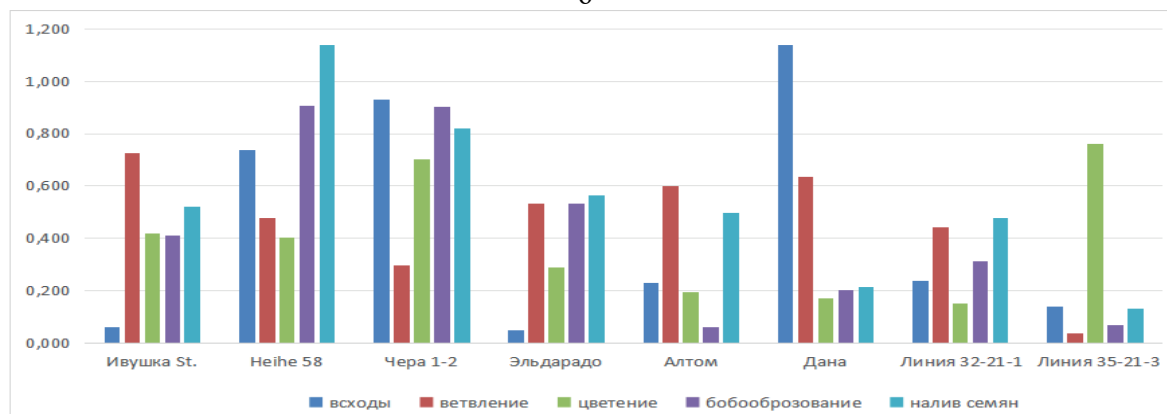
По результатам исследований выявлена сортовая специфичность по динамике содержания хлорофиллов (рисунок 7).



а



б



в

а) количество хлорофилла а, мг/г; б) количество хлорофилла б, мг/г;

в) количество каротиноидов, мг/г

Рисунок 7 – Выделившиеся сорта сои раннеспелого типа созревания по содержанию хлорофиллов а, б и каротиноидов, 2024 г.

Накопление максимального значения содержания хлорофиллов отмечается в более поздние фазы развития сортов сои. Это аналогично дополняет полученные экспериментальные данные по изучению элементов фотосинтетической деятельности, как площадь листьев, а также биометрических как накопление биомассы. По результатам исследований можно заключить, что показатели содержания хлорофиллов а и б, а также каротиноидов в 2024 году изменялись

в зависимости от сортов и их происхождения. Высоким содержанием хлорофиллов отличались сорта китайской и отечественной селекции. Превышение сортов в среднем составило 14,6-21,8% в зависимости от группы спелости.

Элементы структуры урожая являются составной частью урожайности сортов, при этом, необходимо знать их взаимосвязь с урожайностью. Как показывают исследования, большая часть элементов продуктивности обладает высоким значением коэффициента вариации, характеризуются как полигенные и соответственно их использование при изучении и создании нового исходного материала сои является перспективным [27-33]. В наших исследованиях основные показатели элементов структуры урожая - количество бобов на растении, количество зерен в бобе, масса семян с растения, масса семян с боба и крупность семян (масса 1000 семян) характеризовались больше сортовой особенностью. В таблице 3 представлены выделившиеся сорта сои с характерным комплексным проявлением элементов структуры урожая (ранняя группа спелости).

Таблица 3 – Выделившиеся сорта сои ранней группы спелости с высокими показателями элементов структуры урожая, 2024 г.

Название	Кол-во бобов на растении, шт	Кол-во зерен в бобе, шт	Масса семян с растения, г	Масса семян с боба, г	Масса 1000 семян, г
Ивушка St.	13,00	3,00	5,21	0,56	197,0
Чера 1-1	23,80	3,20	10,92	0,70	181,0
Нуралем-1	25,00	3,00	10,27	0,83	198,5
Алтом	12,00	2,20	4,90	0,48	170,5
Миляуша	18,60	3,00	9,19	0,48	199
Дисперсия	35,71	0,15	8,11	0,02	165,08
Коэффициент вариации	37,18	12,27	46,45	18,04	13,94

Из данных таблицы 3 можно отметить, что показатель коэффициента вариации среди сортов ранней группы спелости характеризовался повышенной изменчивостью по показателям количество бобов на растении (37,18%) и массы семян с растения (46,45%). Показатели количества зерен в бобе, массы семян с боба и массы 1000 семян характеризовались меньшей изменчивостью. В группе среднеранних сортов высокой изменчивостью характеризовался признак количества бобов на растении (49,96%), остальные показатели были на уровне низкой вариации.

Урожайность – это сложный, но важный показатель характеризующий сорт, как и элементы структуры урожая имеющий полигенный характер наследования. Высокая урожайность также связана с многими хозяйственно-ценными показателями высокой корреляционной связью. В наших исследованиях показатель урожайности варьировал в широких пределах 2,5...16,4 ц/га. Необходимо отметить, что повышенное количество осадков в течение вегетации культуры способствовало удлинению основных периодов роста и развития культуры и удлинению вегетационного периода основной массы изучаемых сортов сои. Погодные условия в период прохождения фаз цветение-созревание (сравнительно низкий температурный фон, повышенное количество осадков) привели к сравнительно низкой урожайности сортов более поздней группы созревания. Однако, в процессе изучения выявлены сорта российской селекции с высокими значениями урожайности – Чера, Алтом, Миляуша (урожайность была на уровне 14,1...14,7 ц/га). При этом, показатель стандартного сорта Ивушка 15,1 ц/га не показал ни один из изучаемых сортов сои. Среди сортов среднеранней группы спелости выделились сорта Beidou 36 (14,6 ц/га), Kendou 60 (13,2), Волма (14,7), Линия 108 (13,8), Линия 92 (16,4) и Линия 113 (16,2). Показатель стандартного сорта Бара составил 13,1 ц/га.

Коэффициент вариации по показателю урожайности среди сортов раннеспелой группы созревания CV-21,18%, среди сортов среднеранней группы созревания CV-5,51%. Выделившиеся в результате исследований сорта сои могут быть рекомендованы для включения в селекционный

процесс как высокоурожайные. Как показали результаты исследования, в раннеспелой группе созревания высокой изменчивостью (CV) отличались показатели элементов структуры урожая, биометрические показатели и урожайность сортов и характеризовались низким значением изменчивости CV-12,27...21,18%. В группе среднеранних сортов сои выделились сорта китайской селекции Beidou 41, Kendou 61, Beidou 14 и сорт российской селекции Белгородская 8. В отличие от сортов ранней группы созревания, в этой группе высокой изменчивости подвержены многие биометрические показатели, элементы структуры урожая CV-33,1...51,4%. Полученные экспериментальные данные доказывают и результаты корреляционных связей изучаемых хозяйственно-ценных признаков с урожайностью. Корреляционные связи между показателями структуры урожая, вегетационного периода и урожайностью в разрезе раннеспелой группы созревания показала наименьшее количество связей, характеризующихся как «сильные», значения выше коэффициента $r=0,6$. Высокими значениями корреляционной связи характеризовались показатели – количество бобов, масса семян с растения и масса 1000 семян и число продуктивных узлов ($r=0,51...0,87$).

Необходимо выделить длину вегетационного периода с высокой корреляционной связью с элементами структуры урожая $r=0,64...0,97$, при этом корреляционная связь с урожайностью составила слабую отрицательную связь $r=-0,27$. Согласно полученных экспериментальных данных и результатов корреляционных связей между изучаемыми хозяйственно-ценными признаками, можно сделать следующий вывод, что для формирования высокой урожайности сортов сои в условиях Северного Казахстана необходим тщательный отбор особенно по тем показателям, где формируются сильные отрицательные связи.

Для выявления сортов сои для практической селекции и обозначения фактора, влияющего на формирование высокой урожайности проведен PCA биplot анализ. PCA биplot анализ рассмотрен по 2 группам спелости. Как показали исследования, группы спелости отличаются влиянием факторов при формировании урожайности, так в раннеспелой группе созревания РС-1 влияние генотипа было 43,50%, РС-2 влияние условий среды составило 35,02%. В группе среднеранних сортов влияние генотипа (РС-1) составило 39,23%, а влияние среды (РС-2) составило 34,21%. Можно заключить, что для условий севера Казахстана при формировании высокой продуктивности необходимо учитывать многие хозяйственно-ценные признаки и свойства генотипа, с учетом условий возделывания, и тщательный отбор на ранних стадиях селекционного процесса. Результаты дисперсионного анализа подтверждают достоверность проведенных исследований (таблица 4).

Таблица 4 – Дисперсионный анализ сортов сои по показателю урожайности, 2024 г.

Дисперсия	Сумма квадратов	Степени свободы	Средний квадрат	F_{ϕ}	F_{05}
Общая	3018,46	314			
Повторность	101,28	3			
Вариант	1876,04	112	21,3	3,07	2,1
Остаток (ошибки)	5,44	189	0,02		

Результаты дисперсионного анализа при группировке данных по признаку урожайности при доверительной вероятности 0,05 (5% - уровень) показали, что различия между дисперсиями находятся в достоверных пределах. Ошибка опыта составляет 0,1%, НСР (05)-0,42.

Заключение

В результате изучения сортов сои различного генетического происхождения наиболее приспособленными к погоднo-климатическим условиям Северного Казахстана были сорта Чера (Россия), Ивушка (Россия), Алтом (Россия), Heihe 33 (Китай), Миляуша (Россия), Нуралем-1 (Казахстан), Линия 97-21-1 (Казахстан), Линия 61-2022-3 (Казахстан), Мезенка (Россия) и Suiyang 1 (Китай). Представленные сорта сои характеризовались сравнительно высокой урожайностью (11,6...16,4 ц/га) и высокими значениями изучаемых хозяйственно-ценных признаков. В условиях

2024 года выявлена высокая корреляционная связь между некоторыми показателями элементов структуры урожая (количество бобов и масса семян с растения, масса 1000 семян, число продуктивных узлов) и урожайностью. Корреляционная зависимость составила $r=0,51\dots 0,87$.

Согласно результатам исследований, можно сделать следующий вывод, что для формирования высокой урожайности сортов сои в условиях Северного Казахстана необходим тщательный отбор сортов по изучаемым хозяйственно-ценным признакам, при этом необходимо учитывать показатели с высокой корреляционной связью. Выделенные в результате исследований сорта сои могут быть использованы в практической селекции при создании нового исходного материала для условий Северного Казахстана.

Вклад авторов

ГА: постановка задачи, разработка методологии исследования, анализ данных и написание основной части статьи. Ю, БА, ДС: проведение полевых экспериментов, сбор и обработка данных, участие в анализе результатов. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования выполнены в рамках ПЦФ МОН РК на 2024-2026 гг. BR24992903 «Практическое внедрение современных молекулярно-генетических, физиолого-биохимических, биотехнологических методов и цифрового фенотипирования в селекцию экономически значимых сельскохозяйственных культур».

Список литературы

- 1 Тлеулина, ЗТ, Омелянюк, ЛВ, Кипшакбаева, ГА. (2023). Комплексная оценка сортов сои мировой селекции в условиях Северного Казахстана. *Масличные культуры*, 1(193), 26-32.
- 2 Vinnichuk, L., Pogorelova, E., Dergunov, A. (2019). Oilseed market: Global trends. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 274(1), 012030.
- 3 Кипшакбаева, ГА, Гончаров, СВ, Тлеулина, ЗТ. (2023). Перспективные направления селекции сои в условиях Северного Казахстана. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 2(46), 46-58.
- 4 Kipshakbayeva, G., Zargar, M., Rysbekova, A., Ashirbekova, I., Tleulina, Z., Amantayev, B., Nejad, MS. (2024). Assessment of the genetic parameters of soybean genotypes for precocity and productivity in the various cultivation conditions. *Heliyon*, 10(16). DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13195.
- 5 Гончаров, СВ, Кипшакбаева, ГА. (2023). Перспективы развития сортимента сои в Республике Казахстан. *Зернобобовые и крупяные культуры*, 4(48), 34-41.
- 6 Djanaguiraman, M., Schapaugh, W., Prasad, PVV, Fritsch, F., Nguyen, H. (2019). Reproductive success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) cultivars and exotic lines under high daytime temperature. *Plant, Cell & Environment*, 42(S1-2), 321-336.
- 7 Кипшакбаева, ГА, Амантаев, БО, Тлеулина, ЗТ, Жанбыршина, НЖ, Кульжабаев, ЕМ. (2022). Изучение и создание исходного материала сои в условиях Северного Казахстана. *Аграрный вестник Урала*, 2(217), 40-47.
- 8 Boote, KJ. (2011). Improving soybean cultivars for adaptation to climate change and climate variability. *Crop Adaptation to Climate Change*, 370-395.
- 9 Ramirez-Villegas, J., Koehler, AK, Challinor, AJ. (2017). Assessing uncertainty and complexity in regional-scale crop model simulations. *European Journal of Agronomy*, 88, 84-95.
- 10 Вишнякова, МА, Сеферова, ИВ, Буравцева, ТВ. (2018). Коллекция мировых генетических ресурсов зерновых бобовых ВИР: пополнение, сохранение и изучение: методические указания (2-е изд., перераб. и доп.). Санкт-Петербург: ВИР.
- 11 Глухих, МА. (2022). *Земледелие: Практикум (2-е изд., стер.)*. Санкт-Петербург: Лань.
- 12 Fehr, W., Caviness, C. (1977). *Stages of soybean development*. Iowa State University.

13 Корсаков, НИ., и др. (1975). *Методические указания по изучению коллекции зерновых бобовых культур*. Л.: ВИР.

14 Ничипорович, АА, Кузьмин, ЗЕ, Полозова, ЛЯ. (1969). *Методические указания по учёту и контролю важнейших показателей процессов фотосинтетической деятельности растений в посевах*. Москва: 94.

15 Третьяков, НН, Карнаухова, ТВ, Паничкин, ЛА. (1990). *Практикум по физиологии растений*. Москва: Агропромиздат, 272.

16 Масличные культуры. Способ гибридизации сои. Пат. СССР. МКИ А 01 Н 1/02. Кочегура, А.В, Зеленцов, С.В, Клыков, В.В.; заявитель и патентообладатель Научно-производственное объединение «Масличные культуры» заяв. 29.06.1989; опубл. 30.05.1991. Бюл. № 20.

17 Зенищева, ЛС. (1968). Наследуемость количественных признаков, определяющих устойчивость растений к полеганию. *Сельскохозяйственная биология*, 3(5), 780-794.

18 Tleulina, ZT, Kipshakbayeva, GA, Oshergina, IP, Ten, EA, Amantayev, BO. (2023). Морфобиологическая оценка сортов сои различного происхождения в условиях Северного Казахстана. *Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary*, 2 (117), 225-238.

19 Eberhart, SA, Russel, WA. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1), 36-40.

20 Анищев, НИ, Кобылянский, ВД, Сафонова, ИВ. (2016). Оценка экологической стабильности и пластичности новых сортов озимой ржи в условиях северо-западного региона. *Евразийский Союз Ученых*, 3, 118-121.

21 Тринеева, ОВ, Сливкин, АИ. (2019). Изучение жирнокислотного состава растительных масел и масляных экстрактов фармацевтического назначения методами ГЖХ и ИКС. *Сорбционные и хроматографические процессы*, 16(2), 255-65.

22 Прудников, СМ, Фокина, НВ, Соколов, ПВ. (2006). Определение содержания олеиновой кислоты в триацилглицеринах масла семян подсолнечника. *Известия вузов. Пищевая технология*, 2-3, 96-97.

23 Цыганок, НС, Казыдуб, НГ. (2011). Изучение сортов фасоли овощной селекции ВНИИССОК в Западной Сибири. *Аграрный вестник Урала*, 5, 21-24.

24 Мамсиров, НИ, Мнатсаканян, АА. (2021). Перспективные сорта сои и элементы их агротехники. *Известия Кабардино-Балкарского научного центра РАН*, 3(101), 55-63.

25 Козлов, АА, Романов, БВ, Сеферова, ИВ. (2022). Вегетационный период и основные морфометрические признаки коллекционного материала сои в условиях Приазовья. *Аграрный вестник Урала*, 4(219), 14-25.

26 Балакай, ГТ, и др. (2019). Пути совершенствования элементов технологии возделывания сои. *Мелиорация и гидротехника*, 4(36), 100-120.

27 Головина, ЕВ, Зеленев, АА. (2020). Физиологические особенности сортов сои северного экотипа, возделываемых в условиях ЦЧР. *Аграрная наука*, 343(11), 89-96. DOI:10.32634/0869-8155-2020-343-11-52-60

28 Коломейченко, ВВ, Беденко, ВП. (2008). Теория продукционного процесса растений и фитоценоза. *Вестник Орел ГАУ*, 4, 17-21.

29 Шестакова, ЕО, Ерошенко, ФВ, Сторчак, ИГ, Оганян, ЛР, Чернова, ИВ. (2020). Влияние различных элементов технологии возделывания на содержание хлорофилла в растениях озимой пшеницы и ее урожайность. *Аграрный вестник Урала*, 5(196), 27-37.

30 Некрасов, АЮ. (2020). Соя: источники из коллекции генетических ресурсов ВИР. *Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции*, 1(181), 48-52.

31 Voldeng, HD, et al. (1997). Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. *Crop Science*, 37(2), 428-431.

32 Енкен В.Б. (1963). *Возможности возделывания сои в Западной Сибири*. Соя, 134-188.

33 Шафигуллин, ДР, и др. (2017). Сопряженность количественных признаков и показателей скороспелости селекционных линий сои овощного и технического направлений. *Аграрная Россия*, 9, 2-8.

References

- 1 Tleulina, ZT, Omel'yanyuk, LV, Kipshakbaeva, GA. (2023). Kompleksnaya ocenka sortov soi mirovoi selekcii v usloviyah Severnogo Kazakhstana. *Maslichnye kul'tury*, 1(193), 26-32.
- 2 Vinnichuk, L., Pogorelova, E., Dergunov, A. (2019). Oilseed market: Global trends. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 274(1), 012030.
- 3 Kipshakbaeva, GA, Goncharov, SV, Tleulina, ZT. (2023). Perspektivnye napravleniya selekcii soi v usloviyah Severnogo Kazakhstana. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 2(46), 46-58.
- 4 Kipshakbayeva, G., Zargar, M., Rysbekova, A., Ashirbekova, I., Tleulina, Z., Amantayev, B., Nejad, MS. (2024). Assessment of the genetic parameters of soybean genotypes for precocity and productivity in the various cultivation conditions. *Heliyon*, 10(16). DOI: 10.1016/j.heliyon.2023.e13195.
- 5 Goncharov, SV, Kipshakbaeva, GA. (2023). Perspektivy razvitiya sortimenta soi v Respublike Kazakhstan. *Zernobobovye i krupyanye kul'tury*, 4(48), 34-41.
- 6 Djanaguiraman, M., Schapaugh, W., Prasad, PVV, Fritsch, F., Nguyen, H. (2019). Reproductive success of soybean (*Glycine max* L. Merr.) cultivars and exotic lines under high daytime temperature. *Plant, Cell & Environment*, 42(S1-2), 321-336.
- 7 Kipshakbaeva, GA, Amantayev, BO, Tleulina, ZT, Zhanbyrshina, NZH, Kulzhabaev EM. (2022). Izuchenie i sozdanie iskhodnogo materiala soi v usloviakh Severnogo Kazakhstana. *Agrarnyi vestnik Urala*, 2(217), 40-47.
- 8 Boote, KJ. (2011). Improving soybean cultivars for adaptation to climate change and climate variability. *Crop Adaptation to Climate Change*, 370-395.
- 9 Ramirez-Villegas, J., Koehler, AK, Challinor, AJ. (2017). Assessing uncertainty and complexity in regional-scale crop model simulations. *European Journal of Agronomy*, 88, 84-95.
- 10 Vishnyakova, MA, Seferova, IV, Buravceva, TV. (2018). *Kollekciya mirovyyh geneticheskikh resursov zernovykh bobovykh VIR: popolnenie, sohranenie i izuchenie: metodicheskie ukazaniya* (2-e izd., pererab. i dop.). Sankt-Peterburg: VIR.
- 11 Gluhikh, MA. (2022). *Zemledelie: Praktikum* (2-e izd., ster.). Sankt-Peterburg: Lan'.
- 12 Fehr, W., Caviness, C. (1977). *Stages of soybean development*. Iowa State University.
- 13 Korsakov, NI., i dr. (1975). *Metodicheskie ukazaniya po izucheniyu kollektsii zernovykh bobovykh kul'tur*. L.: VIR.
- 14 Nichiporovich, AA, Kuz'min, ZE, Polozova, LYA. (1969). *Metodicheskie ukazaniya po uchetu i kontrolyu vazhneyshih pokazatelei processov fotosinteticheskoi deyatel'nosti rastenii v posevah*. Moskva: 94.
- 15 Tret'yakov, NN, Karnauhova, TV, Panichkin, LA. (1990). *Praktikum po fiziologii rastenii*. Moskva: Agropromizdat, 272.
- 16 Maslichnye kul'tury. Sposob gibrizatsii soi. Pat. SSSR. MKI A 01 H 1/02. Kochegura, A.V, Zelencov, S.V, Klykov, V.V.; zayavitel' i potentoobladatel' Nauchno-proizvodstvennoe ob#edinenie «Maslichnye kul'tury» zayav. 29.06.1989; opubl. 30.05.1991. Byul. № 20.
- 17 Zenishcheva, LS. (1968). Nasleduemost' kolichestvennykh priznakov, opredelyayushchikh ustojchivost' rastenii k poleganiyu. *Sel'skohozyaystvennaya biologiya*, 3(5), 780-794.
- 18 Tleulina, ZT, Kipshakbayeva, GA, Oshergina, IP, Ten, EA, Amantayev, BO. (2023). Morfobiologicheskaya ocenka sortov soi razlichnogo proiskhozhdeniya v usloviyah Severnogo Kazakhstana. *Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary*, 2 (117), 225-238.
- 19 Eberhart, SA, Russel, WA. (1966). Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, 6(1), 36-40.
- 20 Anis'kov, NI, Kobylyanskii, VD, Safonova, IV. (2016). Ocenka ekologicheskoi stabil'nosti i plastichnosti novyyh sortov ozimoi rzhii v usloviyah severo-zapadnogo regiona. *Evrasiiskii Soyuz Ucheniy*, 3, 118-121.
- 21 Trineeva, OV, Slivkin, AI. (2019). Izuchenie zhirmokislotochnogo sostava rastitel'nykh masel i maslyanykh ekstraktov farmacevticheskogo naznacheniya metodami GZHKH i IKS. *Sorbtsionnye i hromatograficheskie processy*, 16(2), 255-265.
- 22 Prudnikov, SM, Fokina, NV, Sokolov, PV. (2006). Opredelenie soderzhaniya oleinovojskisloty v triacilglicerinaх masla semyan podsolnechnika. *Izvestiya vuzov. Pishchevaya tekhnologiya*, 2-3, 96-97.

- 23 Cyganok, NS, Kazydub, NG. (2011). Izuchenie sortov fasoli ovoshchnoi selekcii VNISSOK v Zapadnoi Sibiri. *Agrarnyi vestnik Urala*, 5, 21-24.
- 24 Mamsirov, NI, Mnatsakanyan, AA. (2021). Perspektivnye sorta soi i elementy ih agrotekhniki. *Izvestiya Kabardino-Balkarskogo nauchnogo centra RAN*, 3(101), 55-63.
- 25 Kozlov, AA, Romanov, BV, Seferova, IV. (2022). Vegetacionnyi period i osnovnye morfometricheskie priznaki kollekcionnogo materiala soi v usloviyah Priazov'ya. *Agrarnyi vestnik Urala*, 4(219), 14-25.
- 26 Balakai, GT, i dr. (2019). Puti usovershenstvovaniya elementov tekhnologii vozdel'yvaniya soi. *Melioratsiya i gidrotekhnika*, 4(36), 100-120.
- 27 Golovina, EV, Zelenov, AA. (2020). Fiziologicheskie osobennosti sortov soi severnogo ekotipa, vozdel'yvaemyh v usloviyah CCHR. *Agrarnaya nauka*, 343(11), 89-96. DOI: 10.32634/0869-8155-2020-343-11-52-60.
- 28 Kolomejchenko, VV, Bedenko, VP. (2008). Teoriya produkcionnogo processa rastenii i fitocenoza. *Vestnik Orel GAU*, 4, 17-21.
- 29 SHestakova, EO, Eroshenko, FV, Storchak, IG, Oganyan, LR, CHernova, IV. (2020). Vliyanie razlichnyh elementov tekhnologii vozdel'yvaniya na sodержanie hlorofilla v rasteniyah ozimoi pshenicy i ee urozhnost'. *Agrarnyi vestnik Urala*, 5(196), 27-37.
- 30 Nekrasov, AYU. (2020). Soya: istochniki iz kollektsii geneticheskikh resursov VIR. *Trudy po prikladnoi botanike, genetike i selekcii*, 1(181), 48-52.
- 31 Voldeng, HD, et al. (1997). Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. *Crop Science*, 37(2), 428-431.
- 32 Enken, VB. (1963). Vozmozhnosti vozdel'yvaniya soi v Zapadnoi Sibiri. *Soya*, 134-188.
- 33 Shafigullin, DR, i dr. (2017). Sopryazhennost' kolichestvennykh priznakov i pokazatelei skorospelosti selekcionnykh linii soi ovoshchnogo i tekhnicheskogo napravlenii. *Agrarnaya Rossiya*, 9, 2-8.

Солтүстік Қазақстан жағдайында шығу тегі әртүрлі майбұршақ сорттарын бағалау нәтижелері

Кипшакбаева Г.А., Әшірбекова І.Ә., Амантаев Б.О., Сәбит Д.М.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Солтүстік Қазақстан агроклиматтық жағдайларының күрделілігі сояның өнімділігіне әсер етеді. Майбұршақ сорттарының генетикалық ерекшеліктері мен олардың осы жағдайларға бейімделуін зерттеу өнімділікті арттыру үшін маңызды. Зерттеудің мақсаты - майбұршақ сорттарын негізгі шаруашылық құнды белгілер бойынша кешенді бағалау арқылы селекцияда пайдалануға болатын перспективті сорттарды анықтау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу «А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС (А.И. Бараева атындағы АШҒӨО) селекциялық танабында жүргізілді. Зерттеуде шығу тегі әртүрлі майбұршақ сорттары (Ресей, Қазақстан, Қытай) қарастырылды. Мәліметтерді жинақтау мен талдау жалпы қабылданған әдістемелер бойынша жүргізілді, ал дисперсиялық талдау Statistica 10 бағдарламасында жүзеге асырылды. Айырмашылықтардың дәлділігі $P \leq 0,05$ болған жағдайда бағаланды.

Нәтижелер. Майбұршақ сорттарының өнімділігі пісіп жетілу тобына байланысты 2,5-тен 16,4 ц/га аралығында өзгерді. Ауа райының жағдайы өсіп-даму фазаларын ұзартып, вегетациялық кезеңді арттырды. Орнатылған байланыстар: Вегетациялық кезең ұзақтығы мен өнім құрылымының элементтері арасында күшті оң байланыс ($r = 0,64-0,97$) бар. Ал, вегетациялық кезең ұзақтығы мен өнімділік арасында әлсіз теріс байланыс ($r = -0,27$) анықталды. Өнімділіктің вариация коэффициенті ерте пісетін сорттар үшін $CV = 21,18\%$ және орташа ерте пісетін сорттар үшін $CV = 5,51\%$ болды.

Қорытынды. Зерттеулер май сорттарының өнімділігінің олардың генетикалық ерекшеліктері мен егіс жағдайларына байланысты айтарлықтай өзгеретінін көрсетті. 2024 жылы жоғары

өнімділік өнім құрылымының элементтерімен тығыз байланысты болды, бұл күшті корреляциялық байланыс арқылы расталды. Солтүстік Қазақстан жағдайында жоғары өнімді майбұршақ сорттарын селекцияда пайдалану үшін ерте және орташа ерте пісетін сорттар перспективті деп танылды.

Кілт сөздер: майбұршақ; вегетациялық кезең; фотосинтетикалық белсенділік; шаруашылық құнды белгілер; өнімділік.

Results of the Evaluation of Soybean Varieties of Different Origins in the Conditions of Northern Kazakhstan

Gulden A. Kipshakbaeva, Ingkar Ä. Ashirbekova, Bekzak O. Amantaev, Dana M. Sabit

Abstract

Background and Aim. Northern Kazakhstan is characterized by challenging agro-climatic conditions that impact soybean productivity. Studying the genetic traits and adaptability of soybean varieties from various origins is essential for improving yields. This study aimed to perform a comprehensive evaluation of soybean varieties based on key agronomic traits to identify promising candidates for breeding.

Materials and Methods. The research was carried out at the breeding station of the A. I. Barayev Scientific Research Institute of Grain Farming LLP (A.I. Baraev SPCGF). Soybean varieties of Russian, Kazakhstani, and Chinese origin were evaluated. Data were collected using standard methodologies, and analysis of variance was performed using Statistica 10 software. Differences were considered statistically significant at $P \leq 0.05$.

Results. Yields ranged from 2.5 to 16.4 c/ha, depending on the maturity group. Weather conditions extended the developmental phases, thereby lengthening the growing season. A strong positive correlation was found between the growing season length and yield structure elements ($r = 0.64-0.97$), while the correlation between growing season length and actual yield was weakly negative ($r = -0.27$). The coefficient of variation (CV) for yield was 21.18% for early-maturing varieties and 5.51% for medium-early varieties.

Conclusion. The study demonstrated that soybean productivity varied significantly based on their genetic characteristics and environmental conditions. In 2024, high yields were primarily associated with yield structure elements, as confirmed by strong correlations. Several promising early- and medium-early maturing varieties were identified as suitable candidates for breeding high-yield soybean cultivars in Northern Kazakhstan.

Keywords: soybean; growing season; photosynthetic activity; agronomically valuable traits; yield.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р.30-39. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1844

ЭОЖ 633.111.1:631.5:638.171.5(045)

Зерттеу мақаласы

Жаздық жұмсақ бидай сорттарының өнімділігі мен құрғақшылыққа төзімділігін арттырудың кешенді агротехнологиялық шаралары

Амантаев Б.О.¹ , Кипшакбаева Г.А.¹ , Мейсам Заргар² , Кульжабаев Е.М.¹ 
Кашкаров А.А.¹ , Лушак П.В.¹ , Каримова А.М.¹ 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан

²Патриса Лумумба атындағы Ресей халықтар достығы университеті,
Москва, Ресей Федерациясы

Автор-корреспондент: Амантаев Б.О.: bekzat-abu@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: ГК) guldenkipshakbaeva@bk.ru; (2: МЗ) zargar-m@rudn.ru;

(3: ЕК) agro_eldos82@mail.ru; (4: АК) kashkarov.70@mail.ru;

(5: ПЛ) pavlushak@mail.ru; (6: АК) karimova.98.ainur@gmail.com

Қабылданған күні: 23-06-2025 **Қабылданды:** 17-06-2025 **Жарияланды:** 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Жаздық жұмсақ бидай елімізде көп мөлшерде экспортталатын негізгі ауыл шаруашылығы дақылы болып саналады. Дақыл өнімділігі қазіргі кезде орын алып жатқан жаһандық климаттың өзгеруінен көп зардап шегуде, сондықтан өсірудің бейімделген шаралар жүйесінің болмауы бүкіл өңірдің азық-түлік қауіпсіздігіне қауіп төндіруі мүмкін. Сондықтан, құрғақшылықтың жаздық жұмсақ бидай дақылының өнім түзу үдерістеріне теріс әсерін төмендетуге арналған кешенді агротехнологиялық шаралар жүйесін зерттеу мақаланың негізгі мақсаты болды.

Материалдар мен әдістер. Агрономияда қабылданған әдістеме бойынша жүргізілген танаптық тәжірибеде жаздық жұмсақ бидайдың сорттары, кешенді препаратты пайдалану және беткі топырақ өңдеу жұмыстары зерттелді. Зерттеу барысында бидайдың нақты өнімділігін, дақылдың төзімділік индексын, өнімнің тұрақтылық индексын, өнімділіктің модельденген мәнін, өсімдіктің стресске төзімділік және сезімталдық индексын бағалау және саралау жүргізілді.

Нәтижелер. Танаптық зерттеулер нәтижесінде агротехнологиялық шаралардың жаздық жұмсақ бидай сорттарының өнімділігі мен құрғақшылыққа төзімділігін арттыруға айтарлықтай ықпалы болатындығы дәлелденді.

Қорытынды. Алынған нәтижелер негізінде бидай тұқымын кешенді препаратпен өңдеу, егістікті түптену кезеңінде үстеме қоректендіру және тұқым сепкеннен соң топырақты тығыздау және түптену кезеңінде тырмалау жұмыстары негізгі астық өндіруші аймақ болып табылатын Орталық және Солтүстік Қазақстанның құрғақ далалы жағдайында қолдану ұсынылды.

Кілт сөздер: жаздық бидай; сорт; өсіру технологиясы; өнімділік; құрғақшылыққа төзімділік.

Кіріспе

Адамзат тіршілігіндегі әлеуметтік және экономикалық артықшылықтарының болуына байланысты бидай дақылы өте көп алқапта өсірілетін негізгі ауыл шаруашылығы дақылы болып табылады. Бүгінгі таңда бидай дақылы дүние жүзі бойынша 220 млн га шамасында өсіріліп, жыл сайынғы өндірісі 778 млн тонна құрап отыр [1].

Ылғал тапшылығы орын алатын құрғақ далалық аймақтарда абиотикалық стресс бидай дақылының өнімділігін шектейтін негізгі ықпалдардың бірі болып табылады. Өйткені,

абиотикалық фактордың әсерінен болатын стресс нәтижесінде бидайдың өсіп-дамуына және өнім түзілуіне кері ықпал ете отырып, өнімділіктің төмендеуі 17-70% аралығын құрайды [2].

Жыл сайын әлемдік климаттың өзгеру нәтижесінде температураның жоғарылауы 0,06 °C және ылғалдың түсуі 6,09 мм азаюы күтіліп отырғандығын ескерсек, құрғақшылық стресінің теріс әрекеті одан арта түсетіндігі айқын [3]. Қазақстанның негізгі астық өсіруші аймақтарында 2018 жылдан бері құрғақшылық айқын көрінісі белең алып келеді. Қазақстанның солтүстік аймақтарындағы климаттың жылынуы топырақ пен атмосфераның құрғақшылығы, құрғақ жел, ылғалмен қамтамасыз етілудің төмендеуі және ыстық күндердің көбеюі түрінде көрініп отыр [4].

А. Islyami және т.б. зерттеулері бойынша Қазақстанның климатының өзгеруі нәтижесінде құрғақшылық жағдайы орын алып, бидай дақылы өнімділігінің төмендеуіне әкеліп отыр. Әсіресе соңғы жылдарда өнім деңгейінің азаюы 10-30% дейін жетеді [5].

Бүгінгі таңда қолданылып отырған егіншілік жүйесінің деңгейі сақталғанның өзінде климаттың жылынуы салдарынан Қазақстан Республикасының аумағында жаздық бидай өнімділігі 2030 жылдары шамамен 13-37%, ал 2050 жылдары 20-49% төмендеуі мүмкін екендігін БҰҰ сарапшылары ескертеді [6].

Әлемдік климаттың жылынуының одан әрі болатындығын ескерсек, Орталық Азия елдері арасындағы негізгі астық өндіруші болып табылатын Қазақстан Республикасы үшін аса маңызды стратегиялық дақыл болып табылатын жаздық жұмсақ бидайды өсірудің технологиясына өзгерістер енгізу бүгінгі күннің өзекті мәселесі болып табылады. Мұндағы негізгі бағыт, бидай дақылының өсіп-дамуы мен өнім қалыптастыруына сыртқы орта факторларының кері әсерін төмендетуге назар аударылуы тиіс.

Молекулалық генетиканың заманауи тәсілдерін агротехнологиялық басқару әдістерімен ұштастыра отырып, өсімдіктердің құрғақшылық стресінеңсеруге көмектеседі. Осмопротекторлар, фитогормондар және микроэлементтер сияқты әртүрлі құралдарды экзогендік қолдану арқылы өсімдіктерге тиетін зиянды әсерлерді бейтараптандырып, құрғақшылықтан қорғауға болады [7, 8]. Осылайша, мақаланың негізгі мақсаты жаздық жұмсақ бидайдың құрғақшылыққа төзімділігіне оң әсер етуі мүмкін кешенді агротехнологиялық шаралар жүйесін зерттеу болды.

Материалдар мен әдістер

Танаптық зерттеудің нысаны ретінде Қазақстан Республикасында пайдалануға ұсынылған жаздық жұмсақ бидайдың орташа мерзімде пісетін Таймас (А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы селекциясынан) және Гранни (Австралия селекциясынан) сорттары алынды [9].

Танаптық эксперимент 2023 және 2024 жылдары Ақмола және Қарағанды облыстарында 80 га алаңда төмендегі координаттар бойынша жүргізілді (1-кесте).

Ақмола облысының аумағында орналасқан А.И.Бараев атындағы «Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС құрғақ далалық аймақта орналасқан. Топырағы оңтүстік қара топырақ. Екінші далалық эксперимент Қарағанды облысы аумағындағы «Найдоровское» ЖШС да құрғақ далалық аймақта жүргізілді, топырағы -қара күңгірт.

Зерттеу қойылған 2023 жылғы метеорологиялық жағдайлар ауа температурасының жоғары және жауын-шашынның біркелкі болмауымен сипатталды, ал 2024 жылдың вегетациялық кезеңі ылғалдың мол түсуімен және ауа температурасының көпжылдық мөлшер шеңберінде болуымен ерекшеленді.

1-кесте – Тәжірибе танаптарының координаттары

А.И.Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС № 10 танап, егістік көлемі - 40 га. Ақмола облысы	
А. Ендік - 51°37'40.85"C Бойлық - 71°02'47.72"B	В. Ендік - 51°37'22.82"C Бойлық - 71°03'08.93"B
Б. Ендік - 51°37'43.68"C Бойлық - 71°02'58.34"B	С. Ендік - 51°37'19.30"C Бойлық - 72°02'54.54"B
«Найдоровское» ЖШС № 11 танап, егістік көлемі - 40 га. Қарағанды облысы	

1-кестенің жалғасы

А. Ендік - 50°15'12.63"C Бойлық - 72°37'37.12"B	В. Ендік - 50°19'24.50"C Бойлық - 72°36'49.96"B
Б. Ендік - 50°19'10.05"C Бойлық - 72°36'52.60"B	С. Ендік - 50°19'27.12"C Бойлық - 72°37'35.24"B

Үш факторлы танаптық тәжірибе агрономияда жалпы қабылданған әдіснама [10] бойынша қойылды:

А факторы (сорттар):

- А₀ - Таймас сорты; - А1 - Гранни сорты;

В факторы (кешенді препаратпен өңдеу):

- В₀ - өңдеусіз бақылау; - В1 - тұқымды кешенді препаратпен өңдеу; - В2 - тұқымды және егістікті кешенді препаратпен өңдеу.

С факторы (топырақ өңдеу):

- С₀ - өңдеусіз бақылау; - С1 - себуден кейін топырақты тығыздау; - С2 - себуден кейін топырақты тығыздау + тырмалау.

Құрамында хелат түріндегі цинк (0,5%), марганец (0,5%), мыс (0,25%), темір (0,5%), кремний (0,75%) сияқты микроэлементтер және полисахарид (альгинат натрий- 0,5%), фитогормон (24-эпибрасинолид- 0,0025%), сондай-ақ 96,9975% судан тұратын кешенді препарат қолданылды. Тұқым өңдеу үшін препарат мөлшері 0,5 т/л, ал егістікті үстеме қоректендіру үшін 0,2 л/га қолданылды.

Тәжірибеде мөлдектер рендомизация тәсілімен 3 реттік қайталаныммен орналастырылды. Танаптық тәжірибе сүрі танабынан кейін орналастырылды. Жаздық жұмсақ бидай мамыр айының 3-ші онкүндігінде 6 см тереңдікке 3,2 млн. өңгіш тұқым/га мөлшерімен себіліп, дақылды өсіру аймаққа ұсынылған технология негізінде жүргізілді.

Эксперимент барысында жалпы қабылданған және жаңа ғылыми зерттеу әдістері қолданылды.

Өнімді тіркеу ауыл шаруашылығы дақылдарын мемлекеттік сорт сынау әдістемесі бойынша есептегі мөлдекті орып бастырып астық ылғалдылығын 14% стандарттық ылғалдылыққа және дән тазалығын 100% мөлшерге қайта есептеу арқылы жүргізілді [11].

Сорттардың құрғақшылық пен стресске төзімділігі төмендегі Р.А. Фишер және Р. Маурер формулалары [12] арқылы анықталды.

Стресске тұрақтылық индексі:

$$(1) \quad SSI = (1 - (Ys/Yp))/SI$$

Құрғақшылыққа төзімділік индексі:

$$(2) \quad STI = (Yp * Ys)/Yp^2$$

Төзімділік индексі:

$$(3) \quad TOL = Yp - Ys$$

Өнімділіктің тұрақтылық индексі:

$$(4) \quad YSI = Ys/Yp$$

Құрғақшылыққа төзімділік индексі:

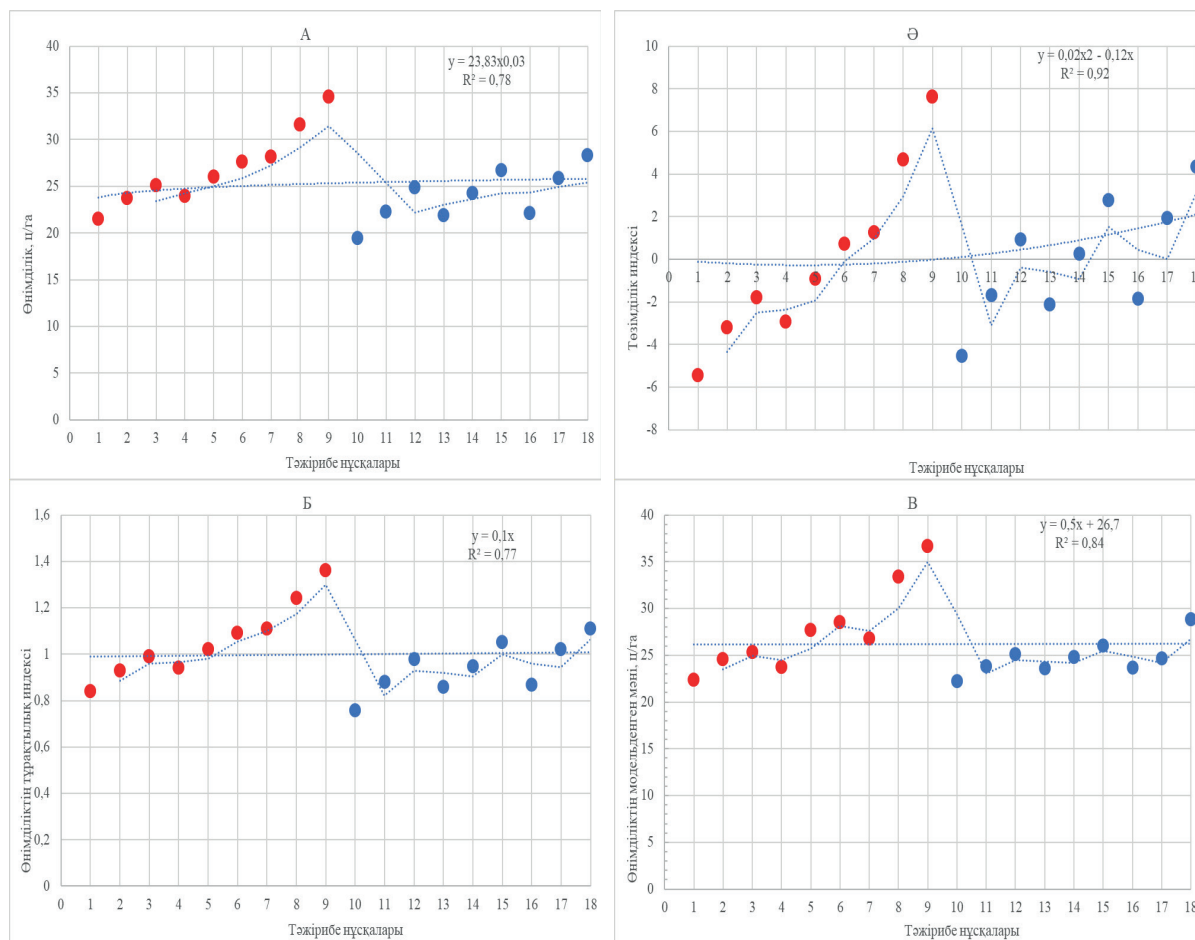
$$(5) \quad DI = Ys * (Ys/Yp)/Ys$$

Мұндағы: Yp - стрессіз жағдайдағы нұсқа өнімділігі; Ys - стресс жағдайындағы нұсқа өнімділігі; Yp - стрессіз жағдайдағы орташа өнімділік; Ys стресс жағдайындағы орташа өнімділік.

Зерттеу нәтижелері статистикалық әдістер бойынша талданды. Дисперсиялық талдау ANOVA бағдарламасы, корреляциялық талдау Б.А. Доспехов ұсынған әдістеме бойынша [13] Microsoft Excel 2010 және Statistica 8,0 бағдарламасы көмегімен жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеу жүргізілген жылдарда қалыптасқан ауа-райы жағдайлары мен зерттеу нұсқаларына байланысты өнімділік мөлшері біздің зерттеу жұмысымызда да біршама деңгейде ауытқыды (1-сурет).



Ескерту: А – өнімділік; Ә – төзімділік индексі; Б – өнімнің тұрақтылық индексі, В – өнімділіктің модельденген мәні.

- - Таймас сорты;
- - Гранни сорты

1-сурет – Математикалық статистика параметрлері бойынша жаздық бидайдың өнімділік моделін калибрлеу

Өнімділіктің біршама ауытқуы сорттық ерекшелік бойынша да орын алды. Атап айтқанда, зерттеу орындарының әр түрлілігіне қарамастан Таймас сорты зерттеу жылдарында орташа есеппен 26,91 ц/га өнім қалыптастырса, Гранни сортынан 23,97 ц/га астық алынды.

Өнімділік деңгейінің ең төмен мөлшері Таймас (21,48 ц/га) және Гранни (19,45 ц/га) сорттарының өңделмеген нұсқаларында байқалды. Зерттеудің толық (В2 С2) нұсқаларында ең жоғары өнімділік деңгейі екі сортта да (сәйкесінше 34,55 28,32 ц/га) көрініс тапты.

Тек тұқымды ғана кешенді препаратпен өңдеу нәтижесінде өнімділіктің артуы Таймас сортында 2,43 ц/га құраса, Гранни сортында - 2,08 ц/га құрады. Тұқымды және егістікті кешенді препаратпен өңдеу нәтижесінде Таймас сорты га қосымша 8,0 ц, ал Гранни сорты 3,24 ц өнім қалыптастырды.

Жаздық бидай тұқымын сепкеннен соң топырақты тығыздау нәтижесінде өнімділік 2,56-3,0 ц/га артса, тығыздаумен қатар тырмалау жүргізілген танаптардағы өнімділік 4,57-5,5 ц/га жоғарылады.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, Таймас сортына қарағанда Гранни сортының топырақ өңдеуге қайтарымы мол екендігі анықталды.

Математикалық статистика нәтижелері көрсеткендей, нақты өнімділік, төзімділік индексі және өнімділіктің тұрақтылық индекстері біртекті көрініспен ерекшеленді. Мұндағы алынған өнімнің сенімділік көрсеткішінің айқын ($R^2=0,79$) болуы өнімділіктің тұрақтылық индексінің жоғары қалыптасуына себепші болды.

Өнімділіктің тұрақтылық индексінің сенімділік көрсеткішінің жоғары болуына қарамастан ($R^2=0,77$) жаздық бидайдың Таймас және Гранни сорттарының абиотикалық факторларға төзімділік индексінің кері көрсеткіштері орын алуы байқалды. Төзімділік индексінің оң параметрлері Таймас сортында 4 нұсқада және Гранни сортында 4 нұсқада қалыптасты.

Математикалық модельдеу нәтижелері Гранни сортына қарағанда Таймас сортының өнімі біршама тұрақты, әрі мол болатындығын дәлелдеді және алынған нәтижелердің сенімділік көрсеткіштері айтарлықтай жоғары болуымен ($R^2= 0,84$) ерекшеленді.

Зерттеуге алынған сорттардың құрғақшылық стресіне төзімділігі тұқым мен егістікті кешенді препараттармен өңдеуге және топырақты жеңіл өңдеуге байланысты жоғарылайтындығы танаптық эксперимент нәтижесінде байқалды (2-кесте).

Стреске төзімділігі бойынша сорттар арасында айтарлықтай айырмашылықтар болмауына қарамастан, құрғақшылыққа төзімділігі мен стреске сезімталдылығының жоғары болуымен Таймас сорты ерекшеленді.

2-кесте – Тәжірибе нұсқаларына байланысты жаздық бидай сортының өнімділігі мен стреске төзімділігі

Тәжірибе нұсқалары	Өнімділік, ц/га	Стреске төзімділік индексі, STI	Құрғақшылыққа төзімділік индексі, DI	Стреске сезімталдық индексі, SSI
$A_0B_0C_0$	21,48	0,75	0,67	5,70
$A_0B_0C_1$	23,71	0,83	0,82	6,13
$A_0B_0C_2$	25,13	0,88	0,92	9,03
$A_0B_1C_0$	23,98	0,84	0,84	6,32
$A_0B_1C_1$	26	0,91	0,99	25,94
$A_0B_1C_2$	27,64	0,97	1,12	15,21
$A_0B_2C_0$	28,17	0,99	1,16	9,24
$A_0B_2C_1$	31,6	1,11	1,46	26,69
$A_0B_2C_2$	34,55	1,24	1,74	55,24
$A_1B_0C_0$	19,45	0,86	0,62	6,60
$A_1B_0C_1$	22,28	0,99	0,81	10,96
$A_1B_0C_2$	24,88	1,10	1,01	1,91
$A_1B_1C_0$	21,86	0,97	0,78	3,23
$A_1B_1C_1$	24,25	1,07	0,96	8,64
$A_1B_1C_2$	26,73	1,18	1,17	11,72
$A_1B_2C_0$	22,11	0,98	0,80	17,47
$A_1B_2C_1$	25,88	1,15	1,10	19,39
$A_1B_2C_2$	28,32	1,25	1,31	43,85
Дисперсия, S^2	1,88	0,08	0,22	2,44
Ауытқу коэффициенті, V%	2,54	14,31	1,05	3,76
Орташа салыстырмалы қателік, $Sx, \%$	3,71	6,6	7,2	4,36
EТЕА _{05 жалпы} – 4,37; EТЕА _{05 фактор} А -3,73; EТЕА _{05 фактор} В -4,21; EТЕА _{05 фактор} С -1,35				

Танаптық зерттеу нәтижелері көрсеткендей, тұқым мен егістікті кешенді препараттармен өңдеу және топырақты жеңіл өңдеу бидай сорттарының құрғақшылыққа төзімділігін 0,69-1,07 бірлікке дейін жоғарылатуға септігін тигізеді.

Жаздық бидай сорттарының құрғақшылыққа төзімділігін тұқым мен егістікті кешенді препараттармен өңдеу арқылы және егістік топырағын жеңіл өңдеу нәтижесінде арттырумен қатар стреске сезімталдылық индексі 43,85-55,24 % дейін жоғарылатады.

Дақылдың генотипіне, өсімдіктің қоректену режимін реттеу арқылы егістіктің өсіп-дамуын басқару әдістерін қолдану құрғақшылық стресіне ұшыраған танаптан алынатын астық шығынын азайтуға көмектеседі [14, 15]. Сондай-ақ, бидай дақылының құрғақшылыққа төзімділігін арттыруда өсуді реттегіш гормондарды, осмопротекторларды және микроэлементтерді пайдалану үлкен мәнге ие [16].

Абиотикалық стрестің кері әсерін төмендетуде сортты дұрыс таңдаудың маңызды екендігі біздің зерттеу жұмысымызда да дәлелденді. Мысалы, зерттеу жылдарында Таймас сорты орташа есеппен Гранни сортына қарағанда 2,94 ц/га өнім қалыптастырып, құрғақшылыққа төзімділік индексінің жоғары (DI-0,17) болуымен ерекшеленді.

Зерттеу барысында қолданылған кешенді препараттың оңтайлы құрамының болуы нәтижесінде жаздық бидайдың фитогормоналды аясы және қоректік зат алмасуы реттеліп дақылдың дұрыс өсіп-дамуы мен мол өнім қалыптастыруына мүмкіндік жасалынды. Нәтижесінде тек кешенді препаратты 2 рет пайдалану арқылы өнімділікті 3,17-7,11 ц/га жоғарылату мүмкін болды.

Жүргізілген танаптық зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жаздық жұмсақ бидай танаптарын басқарудың кешенді агротехнологиялық шараларын пайдалану (препаратпен өңдеумен қоса топырақты жеңіл өңдеу) нәтижесінде қосымша астық түсімін 8,87-13,07 ц/га дейін арттыруға болатындығы анықталды. Мұнда, тұқымды сепкеннен соң топырақты тығыздау ылғалдың сақталуына және дақылды тиімді пайдалануына септігі тиді. Сонымен қатар, себуден кейін 20 күннен соң жүргізілген егістікті тырмалау жұмысы топырақ бетінде пайда болған қабыршақтарды бұзып, дақылдың ылғал режимін реттеуге көмектесті.

Сорттардың әр түрлілігіне қарамастан тұқым мен егістікті кешенді препараттармен өңдеу бидайдың антиоксиданттық қорғанысын жақсартып, осматикалық реттелуін қамтамасыз етіп нәтижесінде дақылдың құрғақшылыққа төзімділігін орта есеппен 12-19% арттырды. Жаздық бидай тұқымын сепкеннен соң егістікті тығыздау топырақ пен тұқымның жақсы жанасуын қамтамасыз етіп, топырақтағы ылғалдың артық шығындалуынан сақтап дақылдың құрғақшылыққа төзімділігін 24,7% дейін жоғарылатты.

Агротехнологиялық шараларды қолдану барысында жаздық бидайдың қоректену және ылғал режимі реттеліп, дақылдың өсіп-дамуы жақсарады және өсімдік климаттың өзгеруіне бейімделе түседі [17].

Қорытынды

Зерттеуге алынған нұсқалардың ішінде, ең жоғары өнім қалыптастыруымен және оның математикалық тұрақты болуы ықтималдылығының жоғарылығымен Таймас сорты ерекшеленді.

Жаздық жұмсақ бидай тұқымын танапқа себер алдында кешенді препаратпен өңдеу дақыл өнімділігін сорт ерекшелігіне байланысты 2,08-2,43 ц/га артуына ықпал етсе, осы препаратпен егістікті өңдеу нәтижесінде әр гектардан қосымша 3,24-8,0 ц өнім алынды. Бақылау нұсқасына қарағанда жаздық бидай тұқымын сепкеннен соң топырақты тығыздау дақыл өнімділігін 2,3 ц/га дейін артуға ықпал етті. Жаздық бидай егістігін сепкеннен соң тығыздау жүргізумен қатар танапты түптену кезеңінде тырмалау жүргізілгенде астық өнімділігі әр гектардан 4,57-5,5 ц дейін арттырды.

Бидай тұқымын сепкеннен соң тығыздау, дақылдың түптену кезеңінде тырмалау, тұқымды себуге дайындау барысында кешенді препаратпен өңдеу және егістікті қолайлы препараттар кешенімен өңдеу жұмыстарының әрқайсысы өз бетінше өнімділіктің артуына ықпал еткенімен ең жоғары өнім аталған агротехникалық шаралардың барлығын рет-ретімен жүргізгенде алынады. Сондықтан, жаздық бидай сорттарының тұқымын кешенді препаратпен өңдеп, егістікте дақылдың түптену кезеңінде тамырдан тыс үстеме қоректендіргенде және жаздық бидай тұқымын сепкеннен соң топырақты тығыздағанда және түптену кезеңінде тырмалау жүргізгенде өсімдік оңтайлы жағдайда өсіп-дамып, сыртқы ортаның құрғақшылығына жоғары төзімді бола отырып, мол өнім қалыптастырады. Аталған агротехникалық шараларда құрғақ ауа-райы жағдайлары орын алатын астық өндіретін аймақтарда қолдану ұсынылады.

Авторлардың қосқан үлесі

БО: тапсырма қою, зерттеу әдістемесін әзірледі, деректерді талдап және мақаланың негізгі бөлігін жазды. ГА, МЗ, ЕМ, АА, ПВ, АМ: далалық эксперименттер жүргізді, деректерді жинауға және өңдеуге, нәтижелерді талдауға қатысты. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, мақұлдады.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Жұмыс Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғарғы білім министрлігінің 2022-2024 жылдарға арналған ғылым және ғылыми-техникалық бағдарламаларын гранттық қаржыландыру шеңберінде AP14870923 «Математикалық модельдеу негізінде орталық және Солтүстік Қазақстанның қуаң жағдайларында жұмсақ бидайдың өнімділігін және құрғақшылыққа төзімділігін арттырудың адаптивті тәсілдерін әзірлеу» тақырыбы бойынша орындалды.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Khan, MAU, Mohammad, F., Khan, FU, Ahmad, S., Raza, MA, Kamal, T. (2020). Comparison among different stability models for yield in bread wheat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(1), 282-290. DOI: 10.17582/journal.sja/2020/36.1.282.290.
- 2 Qingfeng, M., Qingping, S., Xinping, C., Zhenling, C., Shanchao, Y., Fusuo, Z., Römhelt, V. (2012). Alternative cropping systems for sustainable water and nitrogen use in the North China Plain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 146: 1, 93-102. DOI: 10.1016/j.agee.2011.10.015.
- 3 Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A., Shabbir, R., Mora-Poblete, F., Saeed, T., Zulfiqar, F., Ali, MM, et al. (2022). Screening of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Drought Tolerance through Agronomic and Physiological Response. *Agronomy*, 12(2), 287. DOI: 10.3390/agronomy12020287.
- 4 Акшалаев, КА, Байшоланов, СС, Баймуканова, ОН, Ауесханов, ДА, Кужинов, МБ. (2022). Анализ агрометеорологических условий вегетационного периода 2020 и 2021 годов в северном Казахстане: Особенности и меры адаптации к изменению климата. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С.Сейфуллина (междисциплинарный)*, 3 (114), 161-176. DOI: 10.51452/kazatu.2022.3(114).1166.
- 5 Islyami, A., Aldashev, A., Thomas, TS, Dunston, S. (2020). Impact of Climate Change on Agriculture in Kazakhstan. *A Journal of Eurasian Development*, 2(1), 66-88. DOI: 10.16997/srjed.19.
- 6 Казахстан рискует в два раза снизить урожайность пшеницы из-за изменения климата. (2020). https://forbes.kz/process/resources/kazakhstan_riskuet_v_dva_raza_sokratit_urojaynost_pshenitsyi_iz-za_izmeneniya_klimata/
- 7 Sharma, P., Jha, AB, Dubey, RS, Pessarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 1-26. DOI:10.1155/2012/217037.
- 8 Yang, J., Zhang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist*, 169, 223-236. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2005.01597.x
- 9 Қазақстан Республикасында пайдалануға ұсынылған селекциялық жетістіктердің мемлекеттік тізбесі. (2018).
- 10 Ещенко, ВЕ. (2013). *Основы опытного дела в растениеводстве*. Москва: Колос, 268.
- 11 Методика проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений. Утверждено приказом Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от «13» мая 2011 года. №06-2/254.-81.
- 12 Fisher, RA, Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.*, 28, 897-912. DOI: 10.1071/AR9780897.
- 13 Доспехов, БА. (1985). *Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований)*. 5-е изд., дополнение и переработка. Москва: Агропромиздат, 351.
- 14 Parry, MAJ, Flexas, J., Medrano, H. (2005). Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. *Annals of applied biology*, 147(3), 211-226. DOI: 10.1111/j.1744-7348.2005.00032.x.

15 Adeyemi, O., Keshavarz-Afshar, R., Jahanzad, E., Battaglia, ML, Luo, Y., Sadeghpour, A. (2020). Effect of Wheat Cover Crop and Split Nitrogen Application on Corn Yield and Nitrogen Use Efficiency. *Agronomy*, 10(8), 1081. DOI: 10.3390/agronomy10081081.

16 Seleiman, MF, Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, HH, Battaglia, ML. (2021). Drought Stress Impacts on Plants and Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. *Plants*, 28: 10(2), 259. DOI: 10.3390/plants10020259.

17 Nyaupane, S., Poudel, MR, Panthi, B., Dhakal, A., Paudel, H., Bhandari, R. (2024). Drought stress effect, tolerance, and management in wheat – a review. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). DOI: 10.1080/23311932.2023.2296094.

References

1 Khan, MAU, Mohammad, F., Khan, FU, Ahmad, S., Raza, MA, Kamal, T. (2020). Comparison among different stability models for yield in bread wheat. *Sarhad Journal of Agriculture*, 36(1), 282-290. DOI: 10.17582/journal.sja/2020/36.1.282.290.

2 Qingfeng, M., Qiping, S., Xinping, C., Zhenling, C., Shanchao, Y., Fusuo, Z., Römheld, V. (2012). Alternative cropping systems for sustainable water and nitrogen use in the North China Plain. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 146: 1, 93-102. DOI: 10.1016/j.agee.2011.10.015.

3 Ahmad, A., Aslam, Z., Javed, T., Hussain, S., Raza, A., Shabbir, R., Mora-Poblete, F., Saeed, T., Zulfikar, F., Ali, MM, et al. (2022). Screening of Wheat (*Triticum aestivum* L.) Genotypes for Drought Tolerance through Agronomic and Physiological Response. *Agronomy*, 12(2), 287. DOI: 10.3390/agronomy12020287.

4 Akshalov, KA, Baisholanov, SS, Baymukanova, ON, Aueskhanov, DA, Kudinov, MB. (2022). Analis agrometeorologicheskikh uslobiy begetacionnogo perioda 2020 n 2021 godob b severnom Kazakhstane: osobennosti u meri adaptatsii k ismeneni klimata. *Bulletin of Science of the Kazakh Agrotechnical University named after S. Seifullin (interdisciplinary)*, 3(114), 161-176. DOI: 10.51452/kazatu.2022.3(114).1166.

5 Islyami, A., Aldashev, A., Thomas, TS, Dunston, S. (2020). Impact of Climate Change on Agriculture in Kazakhstan. *Silk Road: A Journal of Eurasian Development*, 2(1), 66-88. DOI: 10.16997/srjed.19.

6 *Kazakhstan riskuet b dba raza snizit urazhainosti pshenisi is-sa ismenenie klimata.* (2020). https://forbes.kz/process/resources/kazakhstan_riskuet_v_dva_raza_sokratit_urojajnost_pshenitsyi_iz-za_izmeneniya_klimata/

7 Sharma, P., Jha, AB, Dubey, RS, Pessarakli, M. (2012). Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 1-26. DOI: 10.1155/2012/217037.

8 Yang, J., Zhang, J. (2006). Grain filling of cereals under soil drying. *New Phytologist*, 169, 223-236. DOI: 10.1111/j.1469-8137.2005.01597.x.

9 Qazaqstan Respýblikasynda paidalanýğa usynylğan seleksialyq jetistikterdiń memlekettik tizbesi. (2018).

10 Echsenko, BE. (2013). *Osnovi opitnogo dela b rastinebodstva*. Moscow: Kolos, 268.

11 *Metodika provedeniya sortoispytaniya sel'skohozyaystvennyh rastenii. Utverzhdena prikazom Ministra sel'skogo hozjajstva Respubliki Kazahstan ot «13» maya 2011 goda. №06-2/254.-81.*

12 Fisher, RA, Maurer, R. (1978). Drought resistance in spring wheat cultivars. I. Grain yield responses. *Aust. J. Agric. Res.*, 28, 897-912. DOI:10.1071/AR9780897.

13 Dospekhov, BA. (1985). *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezul'tatov issledovaniy)*. Moskva: Agropromizdat, 351.

14 Parry, MAJ, Flexas, J., Medrano, H. (2005). Prospects for crop production under drought: research priorities and future directions. *Annals of applied biology*, 147(3), 211-226. DOI:10.1111/j.1744-7348.2005.00032.x

15 Adeyemi, O., Keshavarz-Afshar, R., Jahanzad, E., Battaglia, ML, Luo, Y., Sadeghpour, A. (2020). Effect of Wheat Cover Crop and Split Nitrogen Application on Corn Yield and Nitrogen Use Efficiency. *Agronomy*, 10(8), 1081. DOI:10.3390/agronomy10081081.

16 Seleiman, MF, Al-Suhaibani, N., Ali, N., Akmal, M., Alotaibi, M., Refay, Y., Dindaroglu, T., Abdul-Wajid, HH, Battaglia, ML. (2021). Drought Stress Impacts on Plants and Different Approaches to Alleviate Its Adverse Effects. *Plants (Basel)*, 28: 10(2), 259. DOI:10.3390/plants10020259.

17 Nyaupane, S., Poudel, MR, Panthi, B., Dhakal, A., Paudel, H., Bhandari, R. (2024). Drought stress effect, tolerance, and management in wheat – a review. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1). DOI: 10.1080/23311932.2023.2296094.

Комплексные агротехнологические меры повышения урожайности и засухоустойчивости сортов яровой мягкой пшеницы

Амантаев Б.О., Кипшакбаева Г.А., Мейсам Заргар, Кульжабаев Е.М.,
Кашкаров А.А., Лушчак П.В., Каримова А.М.

Аннотация

Предпосылки и цель. Яровая мягкая пшеница является основной сельскохозяйственной культурой страны, экспортируемой в большом объеме. Урожайность пшеницы сильно страдает от глобального изменения климата, которое происходит в последние 10 лет. Отсутствие адаптированной системы мер по возделыванию пшеницы может поставить под угрозу продовольственную безопасность всего региона. Поэтому основной целью статьи было исследование системы комплексных агротехнологических мер по снижению негативного влияния засухи на процессы формирования урожая яровой мягкой пшеницы.

Материалы и методы. Полевой эксперимент проведен по методологии, принятой в агрономии, были изучены сорта яровой мягкой пшеницы, использован комплексный препарат и проведена поверхностная обработка почвы. В ходе исследования была проведена оценка и анализ фактической урожайности пшеницы, индекса стабильности урожайности, толерантности, смоделированного значения урожайности, индекса стрессоустойчивости и восприимчивости растений.

Результаты. В результате полевых исследований было доказано, что агротехнологические мероприятия оказывают значительное влияние на повышение урожайности и засухоустойчивости сортов яровой мягкой пшеницы.

Вывод. На основании полученных результатов рекомендовано применять обработку семян пшеницы комплексным препаратом, подкормку посевов в период кущения, прикатывание почвы после посева и боронование в период кущения в условиях основных зерносеющих регионов сухостепной зоны Центрального и Северного Казахстана.

Ключевые слова: яровая пшеница; сорт; технология возделывания; урожайность; засуха; устойчивость.

Complex agrotechnological measures to increase the yield and drought resistance of spring soft wheat varieties

Bekzak O. Amantaev, Gulden A. Kipshakbaeva, Zargar Meysam, Yeldos M. Kulzhabayev,
Askar A. Kashkarov, Paul V. Lushchak, Ainur M. Karimova

Abstract

Background and Aim. Spring soft wheat is a major export crop in the country. Wheat yields are significantly impacted by global climate change, a phenomenon observed over the last decade. The absence of an adapted system of measures for wheat cultivation measures could threaten the food security of the whole region. Therefore, the primary objective of this study was to investigate the system of complex agro technological measures to mitigate the negative impact of drought on spring soft wheat yield formation.

Materials and Methods. The field experiment was conducted according to standard agronomic methodologies. Spring soft wheat varieties were studied, incorporating complex seed treatment and

surface soil preparation. Throughout the study, actual wheat yield, yield stability index, tolerance, modeled yield value, stress tolerance index and plant susceptibility index were evaluated and analyzed.

Results. The field studies demonstrated that agro technological measures significantly influence the yield and drought tolerance of spring soft wheat varieties.

Conclusion. Based on the results, it is recommended to implement the following practices in the main grain-growing regions of dry-steppe zone of Central and Northern Kazakhstan: wheat seed treatment with a complex preparation, crop fertilization during the tillering stage, soil rolling after sowing and harrowing during tillering stage.

Keywords: spring wheat; variety; cultivation technology; yield; drought; resistance.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2 (125). - Р.40-53. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1864

ЭОЖ 631. 45:550.47:528.9

Зерттеу мақаласы

ГАЗ технологиясын және RUSLE моделін пайдалана отырып, топырақ эрозиясын бағалау

Унышева Н.К.¹ , Макенова С.К.¹ , Жагипарова Т.Т.¹ , Татаринцев В.Л.² 

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті,
Астана, Қазақстан,

²Мемлекеттік Томск ұлттық зерттеу университеті, Томск, Ресей Федерациясы

Корреспондент-автор: Унышева Н.К.: nurlygul_kosherbayevna@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: СК) saule_makenova@mail.ru; (2: ТЖ) tolkin_69@mail.ru;
(3: ВТ) kafzem@bk.ru

Қабылданған күні: 10-02-2025 **Қабылданды:** 10-06-2025 **Жарияланды:** 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Қазіргі таңда топырақ эрозиясы қоршаған ортаға көптеген зардабын тигізуде. Ауыл шаруашылығы саласында топырақ эрозиясы (жел және су эрозиясы) және антропогендік іс-әрекеттер топырақ деградациясына алып келіп, оның құнарлы қабатының жойылуына әсер етуде. Осыған орай, зерттеудің мақсаты геоакпараттық жүйелер мен RUSLE моделінің интеграциясы негізінде Ақмола облысы Есіл ауданының су эрозиясына шалдыққан жерлерінің жағдайын зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Талдау барысында келесідей көрсеткіштер мен коэффициенттер қарастырылды: R – жауын-шашынның түсу мөлшері; K – топырақтың эрозияға төзімділігі коэффициенті; LS – еңістіктің ұзындығы мен тіктігін сипаттайтын коэффициенті; C – өсімдік жамылғысының факторы; P – эрозияға қарсы қолданылатын шаралар және басқада көрсеткіштер қолданылды.

Нәтижелер. Талдаудың нәтижесі бойынша, аудандағы топырақтың құнарлы қабатының шайылуы орташа деңгейде ($3,2 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$) екені анықталды. Жалпы зерттеу объектісінде жылына шамамен 90,7% ($0-20 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$ аралығында) төмен немесе орташа деңгейде топырақтың құнарлы қабаты шайылады, ал максималды топырақ құнарлы қабатын жоғалтуы 9,3% ($40 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$) дейін жетеді.

Қорытынды. Ұсынылған эрозияны бағалау әдісі топырақ эрозиясы кеңістікте таралу процестерін толық игеруге мүмкіндік береді, топырақ эрозиясының болашақта қалыптасуын дәстүрлі бағалау әдісіне қарағанда жақсырақ анықтайды, сонымен қатар топырақты тұрақты басқару мақсатында тиімді қолдануға ықпал етеді

Кілт сөздер: топырақ эрозиясы; RUSLE моделі; ГАЗ; бедердің сандық моделі; ауыл шаруашылығы алаптар; құнарлы қабат.

Кіріспе

Жалпы жер бетінің 60% дейін бөлігі деградацияға ұшыраған, жердің құнарлығының төмендеуі, соның ішінде топырақ эрозиясы, жер пайдаланушылар үшін маңызды мәселелердің бірі болып табылады [1, 2, 3]. Ғалымдардың зерттеу нәтижелері бойынша, жыл сайын жердің үстіңгі қабаты жер эрозиясының салдарынан 1,7 мм жоғалады, ал бірақ 1 см топырақтың қалыптасуына шамамен 100 жыл қажет [4]. Сонымен қатар, топырақ құрылымының бұзылуы,

оның үстіңгі құнарлы қабатының жойылуы және топырақ агрегаттарының шайылуы (жоғары тербеліс амплитудасы мен судың нашар сіңуіне байланысты) ауыл шаруашылығы жүйелерінің тұрақтылығын айтарлықтай әлсіретеді [5, 6, 7].

Дүниежүзі бойынша жердің құнарлы қабатының жойылуы шамамен 84% топырақ эрозиясы процестерінің салдарынан болады [3]. Сапалы сараптаманың нәтижесі бойынша, Қазақстан Республикасында 90 млн га астам эрозияға ұшыраған және эрозия қаупі бар жерлер есепке алынған, оның ішінде нақты эрозияға ұшыраған жерлер – 29,3 млн га құрайды [8]. Су эрозиясы Республиканың барлық облыстарында байқалады және оның қарқынды дамуы келесі факторларға байланысты: жер бедеріне (еңістің тіктігі мен ұзындығы, су жинау алаңының мөлшері мен пішіні); жауын-шашын мөлшеріне; топырақтың түрі мен механикалық құрамына (карбонаттылық, тұздылық); жер асты суының тереңдігіне; су өткізгіштікке және жер пайдалану тәртібіне [8].

Қазіргі заманауи геокеңістіктік технологиялар мен географиялық ақпараттық жүйелер (бұдан әрі – ГАЖ) саласындағы жаңа әзірлемелер эрозиялық процестерді өзен алаптары деңгейінде өлшеу және талдау үшін тиімді әдістер мен құралдарды айтарлықтай жетілдірді. Сандық жер бедері моделінің мәліметтері, қашықтықтан зондтау деректері, ГАЖ құралдарымен және негізгі физикалық факторлармен (геология, топырақ жер бедерінің морфологиясы, климаттық жағдайлар сияқты) біріктіру арқылы эрозияның аймақтық тәуекелін дәлірек анықтауға және өзен алаптарындағы топырақ эрозиясы процестерін модельдеуге мүмкіндік береді [9, 10]. Бұл тәсілдер эрозиялық процестерді мониторингтеу, олардың динамикасын түсіну және тиімді қорғаныс шараларын әзірлеу үшін маңызды құрал болып табылады.

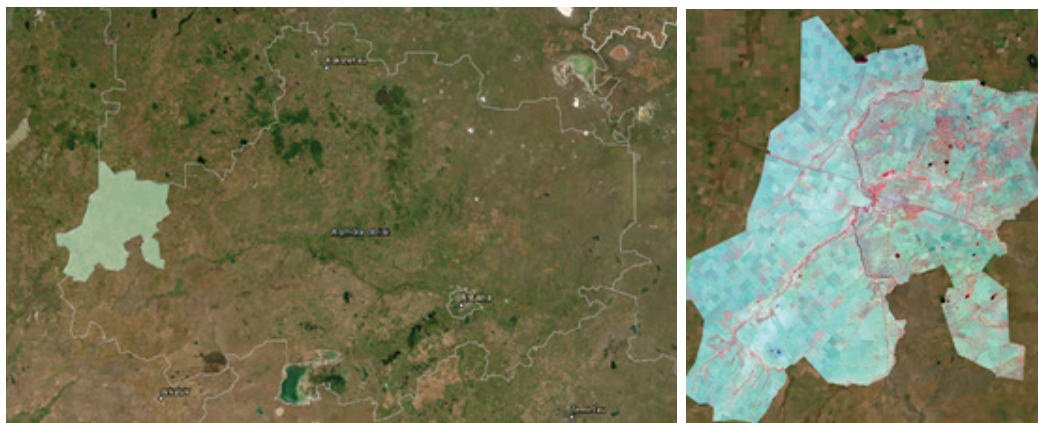
Қазіргі кезде топырақ эрозиясы – ауыл шаруашылығы жерлерінің құнарлылығын төмендететін, экожүйелердің тұрақтылығын бұзатын және адам әрекетінің салдарынан қарқынды дамидытын глобалды экологиялық мәселелердің бірі. Зерттеудің жаңалығы – эрозиялық процестерді бағалауда заманауи геоақпараттық технологияларды (сандық бедер моделі, қашықтықтан зондтау) және RUSLE моделін интеграциялау арқылы дәлдікті арттыру, сондай-ақ эрозияның тәуекелді аймақтарын анықтауға мүмкіндік беретін кеңістіктік талдау әдістемесін құру. Нәтижелер топырақты қорғау және жер пайдаландыру бойынша тиімді шешімдер қабылдауға негіз болады. Сонымен қатар, бұл тәсілдер климаттың өзгеруіне байланысты эрозиялық процестердің күшеюі сияқты заманауи мәселелерді шешуге көмектеседі.

Материалдар мен әдістер

Топырақ эрозиясын бағалау үшін көптеген зерттеушілер әртүрлі модельдер әзірлеген. Олар эмпирикалық, концептуалды және физикалық модельге бөлінеді. Бұл модельдер күрделілігі, деректерге қойылатын талаптары, қарастырылатын процестері және калибровкалау әдістері бойынша бір-бірінен ерекшеленеді [11]. Осы модельдердің қатарына статистикалық модельдер, жалпыланған топырақтың құнарлы қабатының шайылу теңдеуі (Universal Soil Loss Equation, USLE) [10, 12] және жалпыланған топырақтың құнарлы қабатының шайылу теңдеуінің қайта қаралған нұсқасы (Revised Universal Soil Loss Equation, RUSLE) [10, 16], топырақ пен суды бағалау құралы (Soil and Water Assessment Tool, SWAT) [12] жатады.

Жерді қашықтықтан зондтау мен ГАЖ жердің сипаттамаларын алуға, талдауға және өңдеуге өте қолайлы [13]. ГАЖ топырақтың құнарлы қабатының шайылуын қарастыратын жаңартылған нұсқасы RUSLE моделімен біріктірілуі топырақ эрозиясын кеңістікте бағалау үшін негізгі құралдар ретінде пайдалануға мүмкіндік береді [14, 16]. RUSLE моделі он жыл бойы кеңінен қолданылып, тексеріліп келеді, сонымен қатар оның шектеулері жақсы құжатталған [14, 15]. Осылайша, спутниктік деректер мен ГАЖ технологияларын RUSLE моделімен біріктіру топырақ эрозиясын тиімді бағалау мен басқаруға мүмкіндік береді.

Ғылыми мақалада Ақмола облысы Есіл ауданында су жинайтын алқабының аумағында топырақтың құнарлы қабатының шайылуы бағаланды. Талдау үшін әртүрлі деректер біріктірілді, оларға спутниктік суреттер, жер бедерінің сандық модельдері (ЖБСМ), топырақ карталары және жауын-шашын мөлшері туралы ақпарат есепке алынды (1-сурет).



1-сурет – Зерттеу аймағы - Ақмола облысы Есіл ауданы

RUSLE моделі – ауыл шаруашылығында, экологияда және табиғи ресурстарды басқаруда топырақтың құнарлы қабатын жоғалтуын болжау мен оның азайту шараларын әзірлеу үшін кеңінен қолданылады [14].

RUSLE моделі орташа жылдық топырақтың құнарлы қабатының жойылуын (A) бес фактор арқылы есептейді:

1. R-фактор – жауын-шашынның эрозиялық белсенділік факторы. Жауын-шашынның энергиясын және эрозияны тудыру қабілетін көрсетеді. Ол бір жылдық және әр айдың параметрлық мәліметтерді қоса отырып жауын-шашынның интенсивтілігі мен мөлшеріне байланысты есептеледі [17].

$$R = \sum_{i=1}^{12} 1.753 \times 10^{(1.5 \log(P_i/P) - 0.08188)} \quad (1)$$

Мұнда: R – жылдық жауын-шашынның эрозиялық күшінің коэффициенті, МДж·мм·га–1·сағ–1 жылына;

P – жылдық орташа жауын-шашын мөлшері, мм;

P_i – айлық орташа жауын-шашын мөлшері, мм.

R-фактордың мәні климаттық жағдайларға байланысты өзгереді (жиі және қарқынды жауын-шашынды аймақтарда R-фактордың мәні құрғақ аймақтарға қарағанда жоғары болады). Қазақстанда R-фактордың мәні уақыт өте келе өзгеріп отырады, әсіресе нөсерлі жауын-шашын кезеңдерінде. R-фактор топырақ эрозиясының тәуекелін бағалауда негізгі компонент болып табылады, өйткені ол жауын-шашынның эрозиялық процестері басталуына қосқан үлесін анықтайды.

2. K-фактор – топырақтың эрозияға төзімділік факторы. Ол топырақтың құрылымына, органикалық заттардың мөлшеріне, құрамына және су өткізгіштігіне байланысты. K-фактор т·га·МДж⁻¹·мм⁻¹ бірлігінде өрнектеледі, яғни бір га жерден эрозиялық жауын-шашын энергиясы әсерінен шайылған топырақтың тоннамен мөлшері.

K-фактор топырақтың бірнеше қасиеттеріне байланысты есептеледі: топырақтың текстурасы, топырақтың құрылымы, органикалық заттар, су өткізгіштік қасиеті [11].

Біріккен ұлттар ұйымының Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымының (ФАО) халықаралық топырақ туралы анықтамалық орталық деректерінің негізінде DSMW (Дүниежүзілік топырақтың цифрлық картасы) дерекқорын пайдаланып, ArcGIS 10.4.1 бағдарламасы арқылы, топырақтың төрт сипаттамасы алынып, қарастырылып отырған объект бойынша эрозияға бейімді картасы құрылды. Топырақтың эрозияға бейімділігін анықтау үшін Уильямс формуласы (1995 ж.) қолданылды, бұл формуланы бірнеше зерттеушілер кеңінен өздерінің жұмыстарында пайдаланған [12].

Қазақстанда K-фактордың мәні аймаққа байланысты өзгереді. Мысалы, далалы аймақтарда органикалық заттардың жоғары мөлшері бар топырақтардың K-факторы төмен, ал шөлейт және шөл аймақтардағы құмды топырақтарда жоғары болады, яғни эрозияға бейімдірек.

3. LS-фактор (еңіс ұзындығы мен тіктігі факторы). Еңіс ұзындығы мен тіктігі су ағынының жылдамдығына және эрозияға әсерін есепке алады. Еңіс неғұрлым ұзын және тік болса, эрозия тәуекелі соғұрлым жоғары болады [16].

LS-фактор келесі формула бойынша анықталады:

$$LC = \left(\frac{L}{22.13} \right)^m \times (0.065 + 0.045 \times S + 0.0065 \times S^2) \quad (2)$$

Мұнда: L - еңістің ұзындығы, м;

S - еңістің бұрышы, °;

m және n – тәуелді коэффициенттер, олар топырақтың эрозияға бейімділігіне байланысты.

Бұл формула еңістің ұзындығы мен бұрышының эрозияға әсерін есепке алады. Мысалы, ұзын және тік еңістерде топырақтың шайылуы жоғары болады, сондықтан LS-фактордың мәні де жоғары болады.

SRTM DEM деректері LS-факторды есептеу үшін пайдаланылады, өйткені олар жер бедерінің дәлдігін жоғары деңгейде көрсетеді. Бұл деректер эрозиялық процестерді модельдеуге және топырақтың эрозияға бейімділігін бағалауға мүмкіндік береді. Әдіс алдымен ArcGIS бағдарламасының ArcMap қосымшасындағы Spatial Analyst құралын пайдаланып, еңіс және су ағынын жинау картасы құрастырылады. Екіншіден, ГАЖ бағдаламасында БСМ-нің әрбір растрлық ұяшығы пиксел арқылы еңістерді жеке сегмент ретінде өңдеу арқылы жалғасады [18].

4. C-фактор – өсімдік жамылғысы және ауыл шаруашылығы алаптары арқылы анықталатын фактор. Өсімдік жамылғысы мен жерді пайдалану әдістері эрозияға әсерін тигізеді. Өсімдік жамылғысы неғұрлым көп болса, топырақтың құнарлы қабатын жоғалтуы соғұрлым аз болады [11].

Өсімдік жамылғысы судың әсерінен топырақтың құнарлы қабатының шайылуына әсер ететін маңызды факторлардың бірі болып саналады. Өсімдік жамылғысы мен ауыл шаруашылығы алаптар түрлері ғарыштық суреттерді жіктеу арқылы, мақсатты кластар жиынтығын ескере отырып жүргізіледі. Мұндай жиынтық «жіктеу жүйесі» деп аталады. Бұл жүйенің мақсаты деректерден алынған ақпаратты ұйымдастыру және санаттау үшін құрылымды қамтамасыз ету болып табылады [14]. Бұл зерттеуде жалпы жіктеу «бақыланатын әдіс» арқылы жүзеге асырылады. Сонымен қатар, ең ықтималды жіктеу - MLC әдісі қолданылады, ол кіріс кескін қабатын файл сигнатурасын пайдалана отырып жіктейді. Әрбір пиксельдің бір класқа жататын ықтималдығы есептеледі. Алынған тағайындау ережесі қателіктердің тәуекелін азайтуға мүмкіндік береді.

5. P-фактор – эрозияға қарсы шаралар факторы. Эрозияны азайту үшін қолданылатын шараларды есепке алады, мысалы, контурлы жер өңдеу, террасалар құру немесе буферлік аймақтар жасау.

P-фактор мәндері 0-ден 1-ге дейін коэффициент арқылы көрсетіледі:

0 - топырақтың максималды қорғалуы (эрозияны болдырмаудың тиімді шаралары);

1 - эрозияға қарсы шаралардың жоқтығы.

P-фактордың мәні 0-ге неғұрлым жақын болса, топырақты қорғау шаралары соғұрлым жақсы жүзеге асырылған дегенді білдіреді [14].

Қазақстанның далалы аймақтарында тегіс жер бедері, сондықтан P-факторы әдетте агротехникалық шаралар арқылы төмендейді. Мысалы: механикалық әдіс - егістіктерді топырақ ағындарына қарсы бағытта өңдеу; биологиялық әдіс - ағаш немесе бұталарды отырғызу арқылы эрозияны болдырмау [19].

Бұл шаралар топырақтың эрозиядан қорғалуына ықпал етеді және P-фактордың мәнін төмендетеді. Осылайша, P-фактор топырақты қорғау шараларының тиімділігін бағалау үшін маңызды көрсеткіш болып табылады.

RUSLE моделінің формуласы келесідей:

$$A=R \times K \times LS \times C \times P \quad (3)$$

Мұнда: A- орташа жылдық топырақ жоғалтуы (тонна/га/жыл);

R - жауын-шашын эрозиялық белсенділік факторы;

К - топырақтың эрозияға төзімділік факторы;

LS - еңіс ұзындығы мен тіктігі факторы;

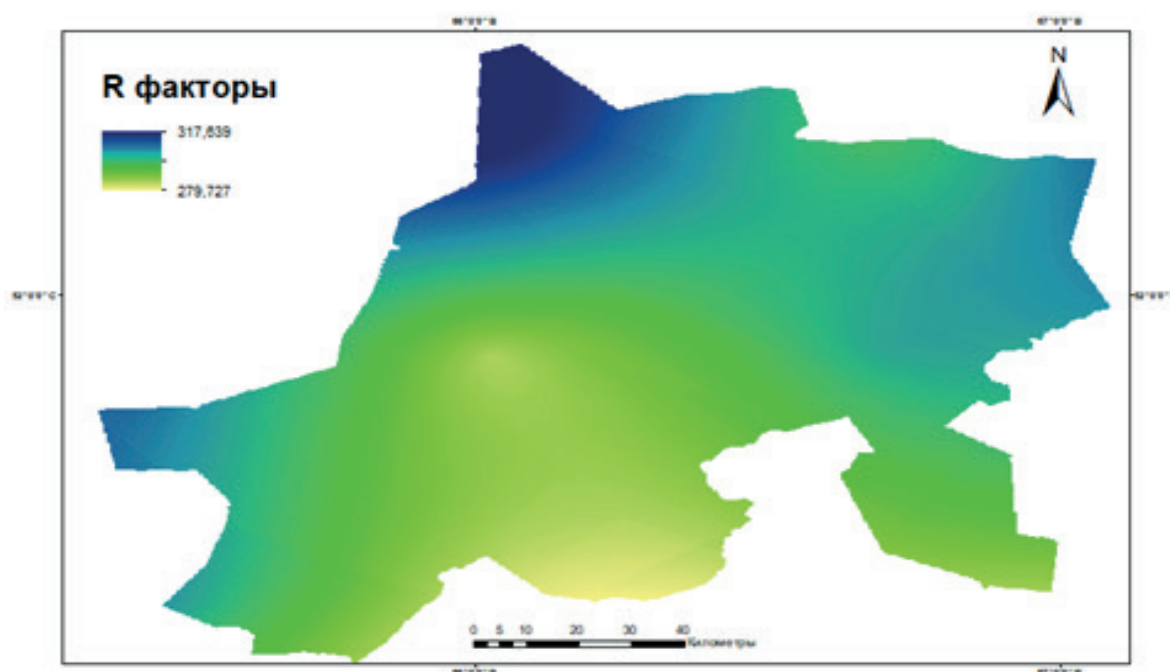
С - өсімдік жамылғысы факторы;

Р - эрозияға қарсы шаралар факторы [20].

RUSLE моделін топырақ эрозиясын бағалау, жерді пайдалануды жоспарлау үшін қолдануға болады. Модель белгілі бір аумақта эрозияның қаншалықты қарқынды екенін бағалауға мүмкіндік береді.

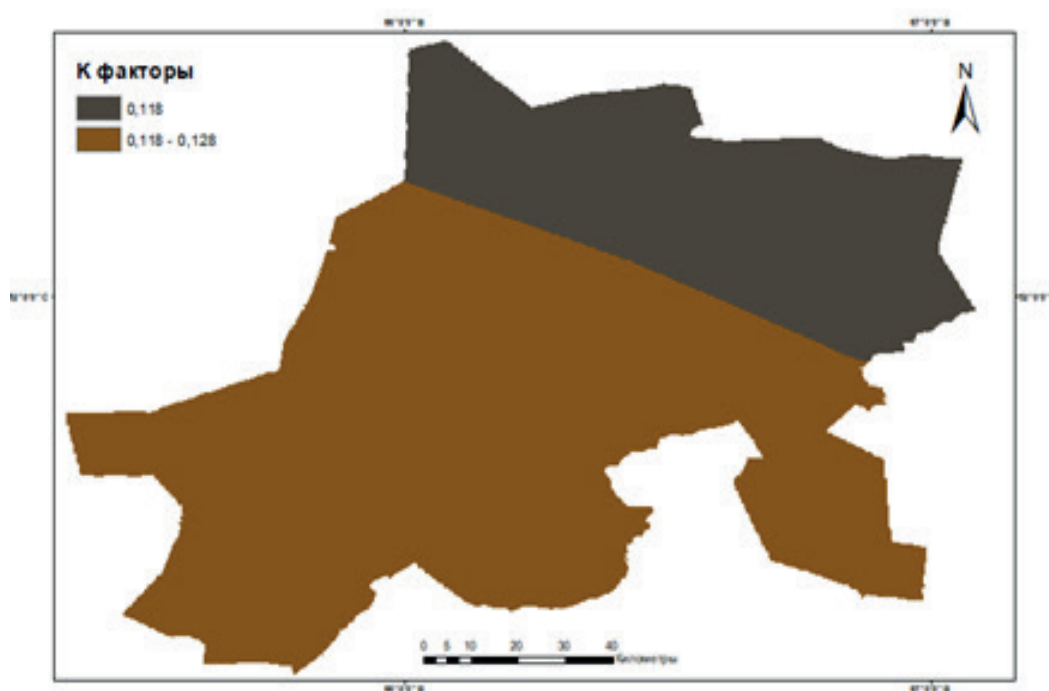
Нәтижелер және талқылау

2021-2023 жылдардың жауын-шашын мәліметтері бойынша 36 канал өңделді. Ақмола облысы Есіл ауданы бойынша орташа жылдық жауын-шашын 279,73 және 317,64 мм арасында ауытқыды (2-сурет). Жылдық жауын-шашын эрозиялық күшінің коэффициенті 84 тен 368 МДж·мм·га–1·сағ–1. Солтүстік шығыс және солтүстік батыс бөлігінде топырақ эрозиясының жауын-шашын әсерінен болу қаупі жоғарырақ. R-фактордың төмен және қанағаттандырылдық көрсеткіші (84 ден 200 МДж мм с-1 жылына-1) ауданның 54,35% алып жатыр.



2-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданының жауын-шашынның эрозиялық белсенділігінің таралуы

Кеңістіктік эрозияланудың таралуын ArcGIS-тегі геостатистикалық Analyst құралын қолданып К-факторының екі түрлі топырақ қабаттары анықталды – кәдімгі қарашірікті қара топырақ пен карбонатты күңгірт-қара қоңыр топырақтар [12]. Топырақ эрозиясының таралу коэффициенті 0,1185-0,1284 т/га МДж-1 мм-1-ге дейінгі аралықта (3-сурет). Топырақ органикалық заттардың, құмдақтар пен саздың төмен мөлшерімен сипатталады. Бұл текстура топыраққа жақсы макроқопқытқыш және су өткізгіштік қасиет береді.



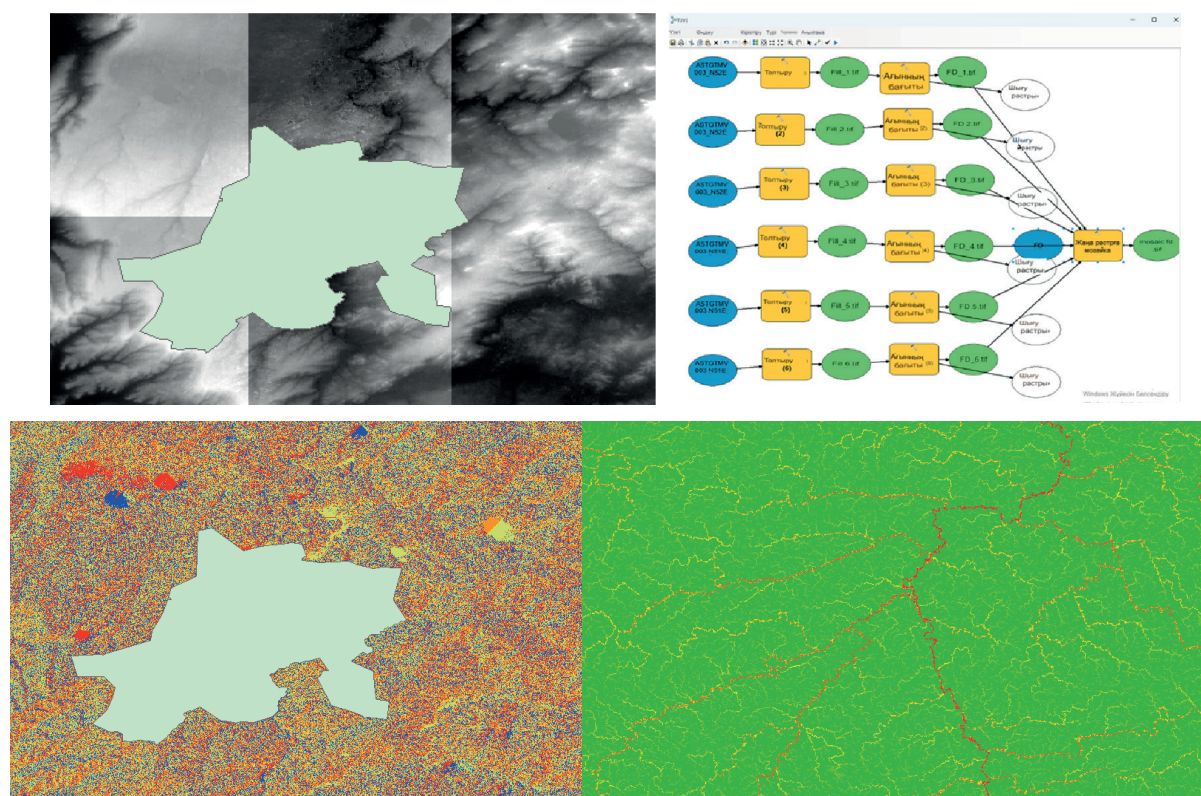
3-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданының топырақ эрозиясының таралу коэффициенті

Ең жоғары эрозиялану мөлшері К мәні 0,1284, ол объектінің 73% құрайды. К мәнінің жоғары болуы топырақ эрозиясының пайда болуына ықпал етеді (1-кесте). Топырақ жамылғысы, топырақ түзілу факторларының өзгеруіне және антропогендік жағдайларға байланысты елеулі өзгерістерге ұшырайды. Көптеген жағдайларда бұл өзгерістер теріс сипатта болады, мысалы су және жел эрозиясының дамуы, суару кезінде екінші ретті тұздандудың пайда болуы, гумус мөлшерінің азаюы және жалпы топырақтың құнарлылығының төмендеуі.

1-кесте – Топырақ құрамы арқылы К коэффициентін есептеу

Топырақ бірлігінің белгісі	Үстіңгі қабаттағы құм, %	Үстіңгі қабаттағы лай, %	Үстіңгі қабаттағы саз, %	Үстіңгі қабаттағы органикалық заттар, %	F Топырақ тың текстурасы	F Топырақ тың құрылымы	F органикалық зат	F су өткізгіштік қасиеті	К фактор
СК	41,6	26,6	31,8	1,32	0,20	0,78	0,75	0,9998	0,118
КН	54,5	27,3	18,2	2,16	0,20	0,85	0,75	0,9976	0,128

LS-факторды анықтау үшін жердің сандық моделі Aster DEM бойынша әрбір сегменттің ұзындығы мен еңісі RUSLE әдісімен ArcGIS бағдарламасы арқылы есептелді. LS-факторы су жинау алабының бағытталуы мен шоғырлануына, жер бедерінің морфологиясына байланысты өзгеріп отырады. Зерттеліп отырған аймақта LS факторының көрсеткіші 0-ден 10 дейін топырақ эрозиясы қаупі өте төмен, 10-45 дейін эрозия қаупі орташа, мұндай учаскелерде агротехникалық шаралар қолдануды қажет етеді, 45 жоғары таулы жерлер, өзен аңғарлары, мұндай мәндер DEM қатесін немесе экстремалды рельефті көрсетеді. LS-факторының стандартты ауытқуы кейбір жерлерде жоғары мәнге жетеді, бұл зерттеліп отырған аймақтың топографиялық жағдайында айтарлықтай айырмашылықтардың бар екенін көрсетеді (4, 5-суреттер).



4-сурет – ArcGIS бағдарламасындағы Module Builder құрылғысы арқылы LS факторды анықтау

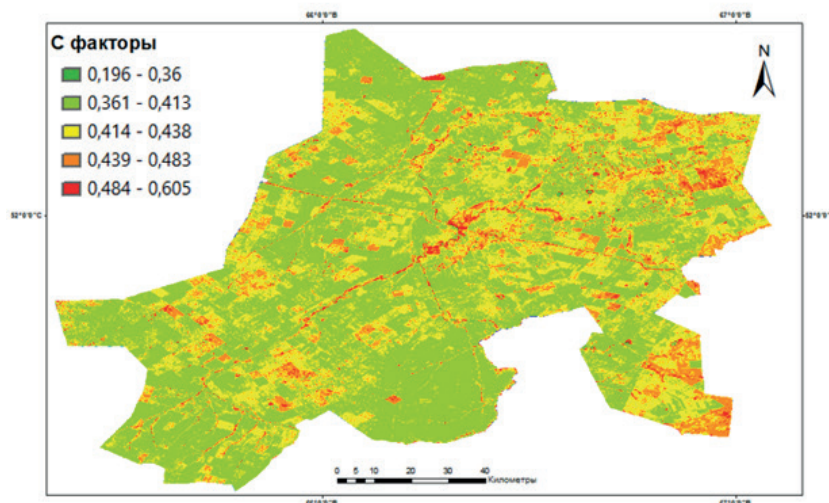


5-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданының аумағында LS факторының кеңістікте таралуы

С-фактор өсімдік жамылғысы – топырақ бөлшектерінің тұрақтылығы мен топырақ құнарлығын жоғалтуын азайтуға қолайлы әсерін білдіреді. Қарастырылып отырған аумақта С-фактордың 0,439–0,605 аралығындағы мәндері өсімдік жамылғысының сирек немесе әлсіз дамығанын көрсетеді, мұндай аймақтарда топырақ эрозиясына бейімділік жоғары. Ал 0,414–0,438 аралығындағы мәндер сирек немесе орташа өсімдік жамылғысымен сипатталады. Бұл учаскелердегі өсімдік жамылғысының орташа деңгейде болуы, әсіресе жаңбырлы маусымдарда

немесе су ағыны кезінде, топырақтың эрозияға ұшырауына ықпал етеді. Сондықтан мұндай аумақтарда топырақты қорғау шараларын қолдану және өсімдік жамылғысын қалпына келтіру маңызды.

С-фактор 0,196-0,413 аралығындағы мәндер (6-сурет) әдетте егістік алқаптарына тән және маусымға байланысты (күз және қыс) өсімдік жамылғысының өзгеруі барысында топырақтың шайылу қауіпі туындайды (6-сурет). Сондықтан, топырақ эрозиясына сезімталдық бір маусымнан екінші маусымға өзгешеленеді. Мысалы, күзгі және қысқы маусымдарда өсімдік жамылғысының азаюы топырақтың эрозияға ұшырауына әкелуі мүмкін, ал жаз айларында өсімдіктердің жақсы өсуі топырақты қорғауға көмектеседі. Бұл эрозияны болдырмау стратегияларын әзірлеу кезінде маусымдық өзгерістерді ескерудің маңыздылығын көрсетеді.



6-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданының аумағында С-факторының таралуы

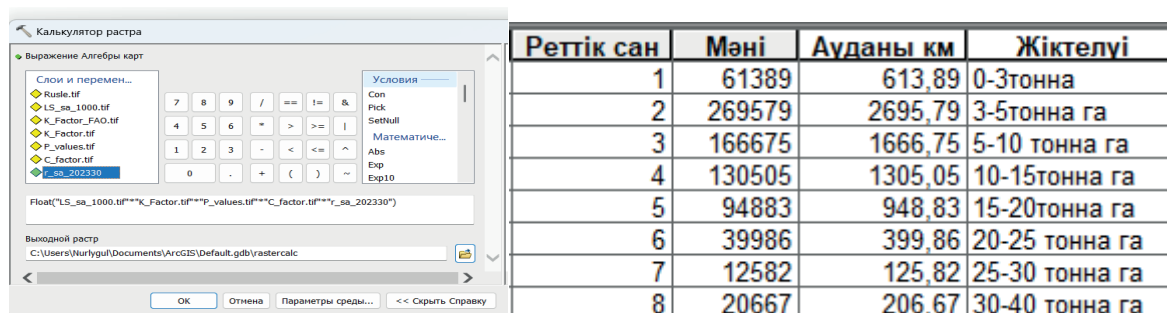
Есіл ауданының танаптары бойынша агротехникалық шаралар туралы деректер болмағандықтан, Landsat 8 спутнигінен [21] 03.06.2023 ж. планшеттерді дешифрлеу кезінде кейбір танаптарда бұталарды отырғызу, егістіктерді су ағындарына қарсы бағытта өңдеу жұмыстары жүргізілгені, кейбір танаптарында топырақ қорғау шаралары жүргізілмегені анықталып отыр (7-сурет). Жалпы ауданның басым бөлігін егістік жерлер қамтиды, осыған байланысты Р-фактордың орташа мәні ретінде 0,5 коэффициенті алынып отыр.



7-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданы танаптары ғарыштық суретте

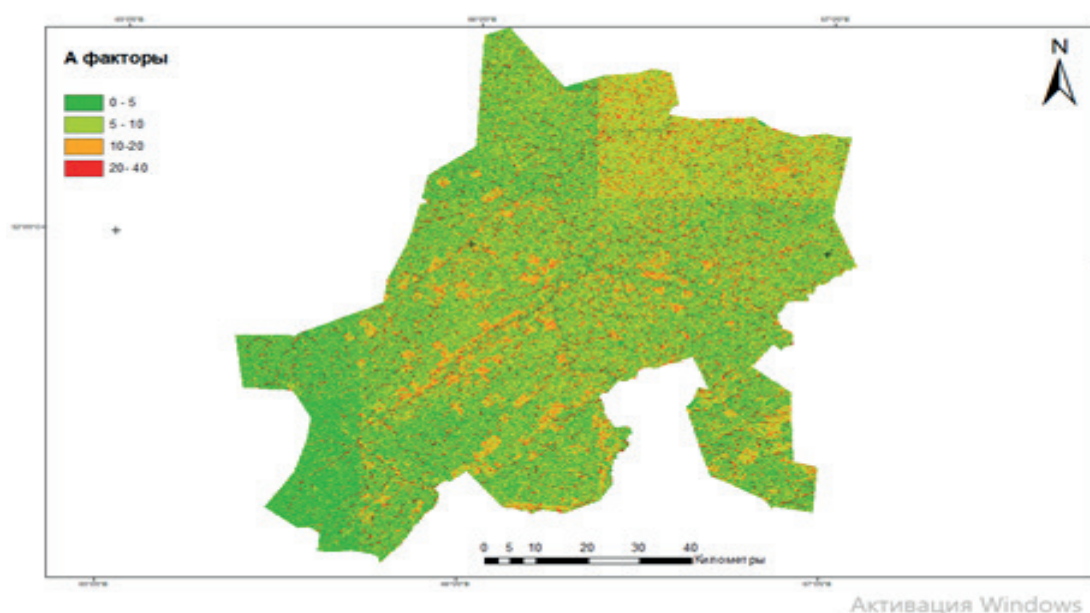
Есіл өзені алабындағы топырақтың құнарлығын жоғалтуын көрсететін карта RUSLE үлгісінің бес негізгі факторын талдау және көбейту ArcGIS бағдарламасы арқылы жасалды. Ол үшін R, K, LS, C және P параметрлеріне сәйкес келетін жеке қабаттар дайындалып, олар ArcGIS 10.4.1 бағдарламасында модельдеу құралдары арқылы біріктірілді. Эрозияның қарқындылығы тордың әрбір пикселі үшін есептелді.

Тематикалық карта деректері бойынша, топырақтың құнарлығын жоғалтуының мөлшері 0-ден 40 т га⁻¹ жыл⁻¹ аралығында өзгеріп отырады. Орташа көрсеткіш жылына 3,2 т/га құрайды, ал орташа квадраттық қателік коэффициенті 1,06 болды. Ең жоғары топырақтың құнарлығын жоғалтуы жылына 20-40 т/га, мұндай құнарлы қабаттың жойылуы өсімдік жамылғысы сирек аймақтарда, ауыл шаруашылығы және құрылыс алаңдарында, сонымен қатар жер бедері тік беткейлі телімдерде байқалды (8-сурет). Бұл аудандар эрозияға бейім және жоғары дәрежеде шайылу процесіне ұшырайды.



8-сурет – Растр калькуляторы арқылы А-факторды есептеу және атрибут кестесінде толтырылуы

Талдау барысында эрозия қарқындылығы 4 класқа бөлінді. Есіл алабының шамамен 90,7% әлсіз және орташа эрозияланған аймаққа жатады, онда топырақ шайылуы 20 т га⁻¹ жыл⁻¹ аспайды. Алаптың 9,3% аумағы топырақтың шайылу қарқындылығы көрсеткіштері 20-40 т га⁻¹ жыл⁻¹, бұл топырақтың эрозияға шалдығу деңгейінің орташа және жоғары дәрежедегі осалдығын көрсетеді (9-сурет).



9-сурет – Ақмола облысы Есіл ауданының эрозияға ықтимал картасы

Қорытынды

Зерттеулер нәтижесі бойынша RUSLE моделдеу тәсілін Ақмола облысы Есіл ауданының су жинайтын алабы аумағында топырақ эрозиясының кеңістіктік таралуын егжей-тегжейлі бағалау үшін сәтті қолдануға болатындығын көрсетті. Бұл әдіс аймақтағы эрозиялық процестерге әсер ететін негізгі факторларды анықтауға мүмкіндік берді. Алайда, модельдеудің дәлдігі ауданның топырақ туралы деректердің жетіспеушілігіне байланысты шектеулі болып отыр. Осыған байланысты модель нәтижелерін тексеру қиындау, сондықтан бағалаудың негізгі әдісі ретінде модельдің сәйкестігін талдау қолданылады, бұл топырақ эрозиясы саласында болашақ зерттеулер үшін пайдалы болатынына дәлел.

Аудандағы топырақтың құнарлы қабатының жоғалуы $3,2 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$ деңгейінде бағаланды, бұл эрозияның $3,1\text{--}10 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$ екінші санаттағы төмен шекке сәйкес. Зерттеу объектісінің аумағында топырақтың құнарлы қабатының шайылуы 0-ден $40 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$ дейін өзгереді, ал аумақтың көп бөлігі (шамамен 90,7%) 0-ден $20 \text{ т га}^{-1} \text{ жыл}^{-1}$ дейінгі төмен немесе орташа топырақ шайылу деңгейімен сипатталады. Топырақтың құнарлы қабатының шайылуының жоғары деңгейі аумақтың 9,3% байқалады, негізінен ауданның солтүстік-шығыс және оңтүстік бөліктерінде, онда топографиялық жағдайлар эрозиялық процестердің күшеюіне ықпал етеді. Осылайша, Есіл ауданының төмен немесе орташа эрозия тәуекелі бар аймақтарға жатқызуға болады. Дегенмен, маусымға және жылға байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін, өсімдік жамылғысы су эрозиясының таралуына әсер етеді. Бағалау дәлдігін арттыру үшін өсімдік жамылғысы туралы маусымдық деректерді пайдалану ұсынылады, бұл топырақтың құнарлы қабатын жоғалту динамикасын жақсырақ зерттеуге және оны болдырмау шараларын бейімдеуге мүмкіндік береді.

Ақмола облысы Есіл ауданындағы Есіл өзенінің және оның салаларының жағалауында орналасқан егістікке жарамды жерлер мен жайылымдардың көпшілігі топырақты қорғау бойынша тиімді шараларды енгізуді талап етеді. Атап айтқанда, әсіресе ауданның деградацияланған аумақтарында өсімдік жамылғысын қалпына келтіруді күшейту қажет. Эрозиялық процестерді тұрақтандыру үшін аз өнімді жерлерде дұрыс ауыспалы егістер егу, танаптарды контурлы өңдеу, беткейлерді террассалау, қар токтату және қорғаныс орман белдеулерін құру сияқты тұрақты жер пайдалану әдістерін енгізу ұсынылады.

Авторлардың қосқан үлесі

НУ: зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді геоақпараттық жүйе технологияларын пайдала отырып өңдеді. СК: теориялық мәліметтерді, алынған нәтижелерді тексерді. ТЖ: мақаланың нақтылығына негіздеме берді, қорытынды жазды. ВТ: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциюсын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Rahman, MR, Shi, ZH, Chongfa, C. (2009). Soil erosion hazard evaluation-An integrated use of remote sensing, GIS and statistical approaches with biophysical parameters towards management strategies. *Ecol. Model*, 220, 1724-1734. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2009.04.004.
- 2 Borrelli, P., Robinson, DA, Panagos, P., Lugato, E., Yang, JE, Alewell, C., Wuepper, D., Montanarella, L., Ballabio, C. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *Proc. Natl. Acad. Sci*, 117, 21994-22001. DOI: 10.1073/pnas.2001403117.
- 3 Hao, Z., Yuhui, C., Xiwang, Z., Shiqi, Yu, Mengwei, C., Chengqiang, Z. (2024). A Probabilistic Statistical Risk Assessment Method for Soil Erosion Using Remote Sensing Data: A Case Study of the Dali River Basin. *Remote sensing*, 16(18), 3491. DOI:10.3390/rs16183491.
- 4 Chalise, D., Kumar, L., Kristiansen, P. (2019). Land Degradation by Soil Erosion in Nepal. A Review. *Soil Syst*, 3, 12. DOI:10.3390/soilsystems3010012.

- 5 Guerra, AJT, Fullen, MA, Jorge, MCO, Bezerra, JFR, Shokr, MS. (2017). Slope processes, mass movement and soil erosion. *Pedosphere*, 27, 27-41. DOI:10.1016/S1002-0160(17)60294-7.
- 6 Le Roux, JJ, Sumner, PD. (2012). Factors controlling gully development: Comparing continuous and discontinuous gullies. *Land Degrad*, 23, 440-449. DOI:10.1002/ldr.1083.
- 7 Wen, B., Huang, C., Zhou, C., Zhang, H., Yang, Q., Li, M. (2023). Spatiotemporal dynamics and driving factors of soil erosion in the Beiluo River Basin, Loess Plateau, China. *Ecol. Indic*, 155, 110976. DOI:10.1016/j.ecolind.2023.110976.
- 8 Сводный аналитический отчет. О состоянии и использовании земель Республики Казахстан (2023). Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан, 148. https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/667055?lang=ru&utm_source=chatgpt.com
- 9 Houssam, AO, Mohamed, YK, Mohammed, M., Lahouari, B., Ahmed, K. (2020). Delineation of vulnerable areas to water erosion in a mountain region using SDR-InVEST model: A case study of the Ourika watershed, Morocco. *Scientific African*, 10, e00646. DOI:10.1016/j.sciaf.2020.e00646.
- 10 Zhou, W., Wu, B. (2008). Assessment of soil erosion and sediment delivery ratio using remote sensing and GIS: A case study of upstream Chaobaihe River catchment, north China. *Int. J. Sediment Res*, 23, 167-173. DOI:10.1002/ldr.1083.
- 11 Zhiyuan, T., Yan, Z., Longxi, C., Yuan, Z., Yin, L. (2025). Assessing the declining trend in soil erodibility across China: A comparison of conventional and digital K-factor maps. *International Soil and Water Conservation Research*, 13, 15-26. DOI:10.1016/j.iswcr.2024.05.005.
- 12 Ebron, JG, Lim, TA. (2024). Siltation Modeling in Laguna Lake: A Case Study of Brgy. Palington, Calamba City. *International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1-6. DOI: 10.1109/ICTKE62841.2024.10787196.
- 13 Татаринцев, ВЛ, Инкаров, ДС, Макенова, СК, Унышева, НК. (2023). Экологическая оценка аграрного землепользования с применением геоинформационная система-технологий. *Вестник науки Казахского агротехнического университета имени С.Сейфуллина (междисциплинарный)*, 2, 22-31. DOI:10.51452/kazatu.2023.2.(117).1380.
- 14 Marondedze, AK, Brigitta, S. (2020). Assessment of Soil Erosion Using the RUSLE Model for the Epworth District of the Harare Metropolitan Province, Zimbabwe. *Sustainability*, 12(20), 8531. DOI:10.3390/su12208531.
- 15 Shamshad, A., Azhari, MN, Isa, MH, Wan Hussin, WMA, Parida, BP. (2008). Development of an appropriate procedure for estimation of RUSLE EI30 index and preparation of erosivity maps for Pulau Penang in Peninsular Malaysia. *Catena*, 72, 423-432. DOI:10.1016/j.catena.2007.08.002.
- 16 Yuan, S., Xu, Q., Zhao, K., Zhou, Q., Wang, X., Zhang, X., Chen, W., Ji X. (2024). Dynamic analyses of soil erosion and improved potential combining topography and socio-economic factors on the Loess Plateau. *Ecol. Indic*, 160, 111814. DOI:10.1016/j.ecolind.2024.111814.
- 17 Alaa, M., Atiaa, Al-A, Hussein, BG, Al- Qurnawi, WS. (2016). Estimation of soil erosion in northern Kirkuk Governorate, Iraq using RUSLE, remote sensing and GIS. *Carpathian Journal of Earth and Environmental Sciences*, 153-166.
- 18 Асанова, ГА, Мерзляков, ОЭ, Татаринцев, ВЛ, Унышева, НК. (2023). Анализ устойчивости агроландшафтов в лесостепной зоне Красноярского края и мероприятия по их охране. *Устойчивое развитие горных территорий*, 15, 264-274. DOI: 10.21177/1998- 4502-2023-15-2-264-274.
- 19 Озеранская, НЛ, Карбозов, ТЕ. (2023). *Основы ландшафтоведения: учебное пособие*. КАТУ им С.Сейфуллина, 92.
- 20 Hamza, I., Rachid, M., Bouamar, B., Rachid, M., Ahmed D., Derradji, A. (2016). Soil erodibility mapping using three approaches in the Tangiers province -Northern Morocco. *International Soil and Water Conservation Research*, 4, 159-167. DOI: 10.1016/j.iswcr.2016.07.001.
- 21 *An official website of the United States government*. (2021). USGS Science for a changing world. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

References

- 1 Rahman, MR, Shi, ZH, Chongfa, C. (2009). Soil erosion hazard evaluation-An integrated use of remote sensing, GIS and statistical approaches with biophysical parameters towards management strategies. *Ecol. Model*, 220, 1724-1734. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2009.04.004.

- 2 Borrelli, P., Robinson, DA, Panagos, P., Lugato, E., Yang, JE, Alewell, C., Wuepper, D., Montanarella, L., Ballabio, C. (2020). Land use and climate change impacts on global soil erosion by water (2015-2070). *Proc. Natl. Acad. Sci*, 117, 21994-22001. DOI:10.1073/pnas.2001403117.
- 3 Hao, Z., Yuhui, C., Xiwang, Z., Shiqi, Yu., Mengwei, C., Chengqiang, Z. (2024). A Probabilistic Statistical Risk Assessment Method for Soil Erosion Using Remote Sensing Data: A Case Study of the Dali River Basin. *Remote sensing*, 16(18), 3491. DOI:10.3390/rs16183491.
- 4 Chalise, D., Kumar, L., Kristiansen, P. (2019). Land Degradation by Soil Erosion in Nepal. A Review. *Soil Syst*, 3, 12. DOI:10.3390/soilsystems3010012.
- 5 Guerra, AJT, Fullen, MA, Jorge, MCO, Bezerra, JFR, Shokr, MS. (2017). Slope processes, mass movement and soil erosion. *Pedosphere*, 27, 27-41. DOI:10.1016/S1002-0160(17)60294-7.
- 6 Le Roux, JJ, Sumner, PD. (2012). Factors controlling gully development: Comparing continuous and discontinuous gullies. *Land Degrad*, 23, 440-449. DOI:10.1002/ldr.1083.
- 7 Wen, B., Huang, C., Zhou, C., Zhang, H., Yang, Q., Li, M. (2023). Spatiotemporal dynamics and driving factors of soil erosion in the Beiluo River Basin, Loess Plateau, China. *Ecol. Indic*, 155, 110976. DOI:10.1016/j.ecolind.2023.110976.
- 8 *Svodnyi analiticheskii otchet. O sostoyanii i ispol'zovanii zemel' Respubliki Kazakhstan*. (2023). Ministerstvo sel'skogo hozyaistva Respubliki Kazakhstan, 148. https://www.gov.kz/memleket/entities/land/documents/details/667055?lang=ru&utm_source=chatgpt.com
- 9 Houssam, AO, Mohamed, YK, Mohammed, M., Lahouari, B., Ahmed, K. (2020). Delineation of vulnerable areas to water erosion in a mountain region using SDR-InVEST model: A case study of the Ourika watershed, Morocco. *Scientific African*, 10, e00646. DOI:10.1016/j.sciaf.2020.e00646.
- 10 Zhou, W., Wu, B. (2008). Assessment of soil erosion and sediment delivery ratio using remote sensing and GIS: A case study of upstream Chaobaihe River catchment, north China. *Int. J. Sediment Res*, 23, 167-173. DOI:10.1002/ldr.1083.
- 11 Zhiyuan, T., Yan, Z., Longxi, C., Yuan, Z., Yin, L. (2025). Assessing the declining trend in soil erodibility across China: A comparison of conventional and digital K-factor maps. *International Soil and Water Conservation Research*, 13, 15-26. DOI:10.1016/j.iswcr.2024.05.005.
- 12 Ebron, JG, Lim, TA. (2024). Siltation Modeling in Laguna Lake: A Case Study of Brgy. Palington, Calamba City. *International Conference on ICT and Knowledge Engineering (ICT&KE)*, 1-6. DOI: 10.1109/ICTKE62841.2024.10787196.
- 13 Tatarincev, VL, Inkarov, DS, Makenova, SK, Unysheva, NK. (2023). Ekologicheskaya oценка agrarnogo zemlepol'zovaniya s primeneniem geoinformacionnaya sistema-tehnologii. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta imeni S.Seifullina (mezhdisciplinarnyi)*, 2, 22-31. DOI:10.51452/kazatu.2023.2.(117).1380.
- 14 Marondedze, AK, Brigitta, S. (2020). Assessment of Soil Erosion Using the RUSLE Model for the Epworth District of the Harare Metropolitan Province, Zimbabwe. *Sustainability*, 12(20), 8531. DOI:10.3390/su12208531.
- 15 Shamshad, A., Azhari, MN, Isa, MH, Wan Hussin, MAW, Parida, BP. (2008). Development of an appropriate procedure for estimation of RUSLE EI30 index and preparation of erosivity maps for Pulau Penang in Peninsular Malaysia. *Catena*, 72, 423-432. DOI: 10.1016/j.catena.2007.08.002.
- 16 Yuan, S., Xu, Q., Zhao, K., Zhou, Q., Wang, X., Zhang, X., Chen, W., Ji, X. (2024). Dynamic analyses of soil erosion and improved potential combining topography and socio-economic factors on the Loess Plateau. *Ecol. Indic*, 160, 111814. DOI:10.1016/j.ecolind.2024.111814.
- 17 Alaa, M., Atiaa, Al-A, Hussein, BG, Al- Qurnawi, WS. (2016). Estimation of soil erosion in northern Kirkuk Governorate, Iraq using RUSLE, remote sensing and GIS. *Carpathian. Journal of Earth and Environmental Sciences*, 153-166.
- 18 Asanova, GA, Merzlyakov, OE, Tatarincev, VL, Unysheva, NK. (2023). Analiz ustoichivosti agrolandshaftov v lesostepnoi zone Krasnoyarskogo kraya i meropriyatiya po ih ohrane. *Ustoichivoe razvitie gornyh territorii*, 15, 264-274. DOI: 10.21177/1998-4502-2023-15-2-264-274.

19 Ozeranskaya, NL, Karbozov, TE. (2023). *Osnovy landshaftovedeniya: uchebnoe posobie*. KATU im S.Seifullina, 92.

20 Hamza, I., Rachid, M., Bouamar, B., Rachid, M., Ahmed, D., Derradji, A. (2016). Soil erodibility mapping using three approaches in the Tangiers province –Northern Morocco. *International Soil and Water Conservation Research*, 4, 159-167. DOI:10.1016/j.iswcr.2016.07.001.

21 An official website of the United States government. (2021). USGS Science for a changing world. <https://earthexplorer.usgs.gov/>

Оценка эрозии почвы с использованием технологии ГАЖ и модели RUSLE

Унышева Н.К., Макенова С.К., Жагипарова Т.Т., Татаринцев В.Л.

Аннотация

Предпосылки и цель. В настоящее время эрозия почв наносит значительный ущерб окружающей среде. В сельском хозяйстве эрозия почвы (ветровая и водная) и антропогенная деятельность приводят к деградации почв, способствуя разрушению плодородного слоя. В этой связи, цель исследования - изучить состояние земель, подверженных водной эрозии, в Есильском районе Акмолинской области на основе интеграции геоинформационных систем (ГИС) и модели RUSLE.

Материалы и методы. В процессе анализа были рассмотрены следующие показатели и коэффициенты: R - количество осадков; K - коэффициент устойчивости почвы к эрозии; LS - коэффициент, характеризующий длину и крутизну склона; C - фактор землепользования и почвенного покрова; P - меры по борьбе с эрозией и другие показатели.

Результаты. По результатам анализа было установлено, что потеря плодородного слоя почвы в районе находится на среднем уровне ($3,2 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$). На всей территории исследования ежегодно наблюдается низкий или средний уровень смыва плодородного слоя почвы (в диапазоне $0\text{--}20 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$) в 90,7% случаев, а максимальная потеря плодородия почвы достигает 9,3% (до $40 \text{ т га}^{-1} \text{ год}^{-1}$).

Закключение. Предложенный метод оценки эрозии позволяет полностью понять процессы пространственного распространения почвенной эрозии, лучше выявить будущее формирование почвенной эрозии по сравнению с традиционным методом оценки, а также способствует эффективному использованию для устойчивого управления почвами.

Ключевые слова: эрозия почвы; модель RUSLE; ГИС; цифровая модель рельефа; плодородный слой.

Assessment of soil erosion using GIS technology and the RUSLE model

Nurlygul K. Unysheva, Saule K. Makenova, Tolkin T. Zhagiparova,
Vladimir L. Tatarintsev

Abstract

Background and Aim. Soil erosion currently causes significant damage to the environment. In agriculture, soil erosion (both wind and water) and anthropogenic activities lead to soil degradation by contributing to the destruction of the fertile topsoil layer. The aim of this study is to examine the condition of lands affected by water erosion in the Esil district of the Akmola region, based on the integration of geographic information systems (GIS) and the RUSLE model.

Materials and Methods. During the analysis, the following indicators and coefficients were considered: R – rainfall erosivity; K - soil erodibility factor; LS - slope length and steepness factor; C - land cover and management factor; P - erosion control practices, along with other relevant indicators.

Results. The analysis results indicated that the loss of the fertile soil layer in the area is at a moderate level ($3.2 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$). Across the entire study area, a low to moderate level of fertile soil layer washout (in the range of $0\text{--}20 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$) is observed annually in 90.7% of cases, while the maximum soil loss reaches 9.3% (up to $40 \text{ t ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$).

Conclusion. The proposed erosion assessment method provides a comprehensive understanding of the spatial distribution of soil erosion processes. It more effectively identifies areas with potential for future erosion compared to traditional assessment methods, and supports the implementation of sustainable soil management practices.

Keywords: soil erosion; RUSLE model; digital elevation model; fertile topsoil.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 54-74. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1882

УДК 635. 21.631:527 (574.51)

Исследовательская статья

Сравнительная оценка новых сортов и селекционных образцов картофеля с пигментированной мякотью клубней в условиях Костанайской области

Хасанов В.Т.¹ , Екатеринская Е.М.² , Сидорик А.И.³ , Удовитский А.С.¹ ,
Рогозина Е.В.⁴ , Семейкин В.И.⁵ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Астана, Казахстан,

²Костанайский инженерно-экономический университет им. М.Дулатова
Костанай, Казахстан,

³ТОО «Олжа Агро», Костанай, Казахстан,

⁴ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр Всероссийский институт генетических
ресурсов растений им. Н.И.Вавилова», Санкт-Петербург, Россия,

⁵КХ «Тэрра», Костанай, Казахстан

Автор-корреспондент: Екатеринская Е.М.: katjazul83@mail.ru

Соавторы: (1: ВХ) vadim_kazgatu@mail.ru; (2: АС) alexandrsidorik@mail.ru;
(3: АУ) udovitskiy41@mail.ru, (4: ЕР) rogozinaelena@gmail.com; (5: ВС) semeikinw@mail.ru

Получено: 01-04-2025 **Принято:** 10-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В данной статье представлены результаты сортоиспытания отечественного и зарубежного селекционного материала картофеля в картофелеводческом хозяйстве Костанайской области КХ «Тэрра». Создание безвирусной коллекции, наработка посадочного материала в целом может послужить успешным стартом для внедрения цветного картофеля в селекцию и первичное семеноводство картофеля Казахстана и стать готовым решением для последующей коммерциализации. Цель исследований: дать оценку сортов и гибридов картофеля с пигментированной мякотью клубней отечественной и зарубежной селекции в условиях Костанайской области и выделить перспективные образцы картофеля.

Материалы и методы. Приведены фенологические наблюдения, поражённость вирусами, учет и структура урожайности, содержание крахмала, сухого вещества и витамина С за 2024 год.

Результаты. Высокие показатели урожайности установлены: у сорта картофеля Colomba 57 т/га и селекционного образца 18-7-1 – 54 т/га. Селекционный образец Олюшка с урожайностью 32,4 т/га превышал сорт с окрашенной мякотью Рэд Роуз (St) на 4,6 т/га, но уступал сорту Киру (St) на 2,1 т/га. Сорта с фиолетовой мякотью клубней Black Beauty и Xisen 8 имели наименьшую урожайность – 17,0 т/га и 16,1 т/га соответственно, достоверно уступая сортам стандартам в своих группах спелости – Gala (49,9 т/га) и Рэд Роуз (27,8 т/га). Сорта картофеля Киру, Black Beauty, Gala, Colomba, Xisen 1, Xisen 6 и селекционные образцы 18-7-1 и Олюшка, характеризовались высокой товарностью (99-100%) и минимальным образованием отходов. Наибольшее количество крахмала показали образцы с окрашенной мякотью клубней Травник -17,71% и 18-7-1 - 17,46%. Селекционные образцы: Олюшка, Танюша и сорта: Black Beauty, Xisen 6, Xisen 1, Gala содержат наименьшее количество крахмала: 9,88-12,73%.

Закключение. Сорт Xisen 1 и селекционный образец Олюшка в почвенно-климатических условиях 2024 года Костанайской области по комплексу показателей: продуктивности и товарности клубней, содержанию витамина С и низкому содержанию крахмала являлись наиболее перспективными. Селекционные образцы Травник и 18-7-1 отличались высоким содержанием сухого вещества и крахмала.

Ключевые слова: картофель; сорт; селекционный образец; клубни; пигментированная мякоть; крахмал.

Введение

Последнее десятилетие в мире интерес потребителей к картофелю с красной и фиолетовой мякотью клубней увеличился по причине привлекательного внешнего вида и вследствие высокого содержания антиоксидантов [1, 2]. Для улучшения качества жизни и здорового питания картофель является одним из основных источников естественных антиоксидантов, принадлежащих к группе флавоноидов, способствующих нейтрализации свободных радикалов в организме человека и укреплению иммунной системы [3, 4]. Уникальный цвет мякоти картофеля предоставляет возможность разнообразить ассортимент продуктов (окрашенные фри, фрэши, сублимированный, хрустящий картофель, пюре), кроме того, он может служить естественным красителем для пищевой и химической промышленности, заменяя не всегда безопасные синтетические альтернативы [5]. Цветной картофель может использоваться в сыром и переработанном виде, а также подвергаться глубокой переработке для извлечения востребованных на мировом рынке веществ, таких как антиоксиданты, витамины, крахмал и другие важные биохимические показатели. В мире лидерами по выращиванию картофеля с пигментированной мякотью клубней являются Япония, Южная Америка, Китай [6]. Созданием картофеля с повышенной антиоксидантной активностью занимаются учёные Федерального исследовательского центра картофеля имени А.Г. Лорха [7], Всероссийского института генетических ресурсов растений им. Н.И. Вавилова (далее - ВИР им. Н.И. Вавилова) [8], Уральского федерального аграрного научно-исследовательского центра [9], учёные Беларуси [10].

В настоящее время в реестре селекционных достижений Республики Казахстан к использованию в Алматинской области рекомендован сорт картофеля южнокорейской селекции с фиолетовой мякотью клубней Бора Валлей. Учёными Костанайского научно-исследовательского института сельского хозяйства, ВИР им. Н.И. Вавилова и Казахского научно-исследовательского института плодовоовощеводства выведен сорт с окрашенной мякотью Киру, допущенный к возделыванию в Акмолинской и Костанайской областях [11]. Несмотря на дополнительные питательные и визуальные качества высокого спроса на цветной картофель в Казахстане не отмечено по причине отсутствия широкого ассортимента сортов, рекламирования их полезных свойств и, как следствие, продвижения продукции на внутреннем рынке страны.

Одной из ключевых задач в селекции цветного картофеля является отбор сортообразцов, которые проявляют высокую лежкоспособность и антиоксидантную активность [12, 13, 14]. В этой связи, при подборе сортов в экстремальных условиях Северного Казахстана важно изучение способности клубневого материала картофеля к длительному хранению и содержания ценных биохимических показателей.

В связи с вегетативным размножением картофель сильно инфицируется вирусами. Уровень ущерба, вызванного вирусной инфекцией, может колебаться от 15 до 95% [15]. В соответствии с литературными данными, PVX и PVY способны причинить ущерб до 25% и 90% соответственно [16]. Один из эффективных методов защиты картофеля от вирусных болезней – отбор сортов, обладающих генами вирусоустойчивости, что является не менее важной задачей в селекции и сортоиспытании картофеля [17].

Кроме вирусов цветной картофель активно поражается грибными и грибоподобными патогенами, наиболее распространенными и вредоносными из которых являются: фитофтороз (*Phytophthora infestans* Mont. de Bary), альтернариоз (*Alternaria* spp.), фузариоз (*Fusarium* spp.). Потери урожая картофеля от фитофтороза достигают 50-60%, от фузариоза в период хранения - 15-20%, от альтернариоза - 40% и более [18, 19].

Получение продукции от диетических сортов необходимо рассматривать в комплексе мероприятий, которые позволяют отказаться от применения химических удобрений и средств защиты растений путём замены их на другие удобрения и средства защиты, способствующие получению органической продукции [20].

Успешная адаптация и внедрение в производство генотипов цветного картофеля в суровых климатических условиях Северного Казахстана и оценка их антиоксидантной активности

повысит спрос на полезный диетический клубнеплод и его потенциальную популярность среди жителей, разнообразит рацион питания казахстанцев здоровой органической продукцией.

Отличием и одним из преимуществ данного исследования является проведение экологического сортоиспытания коллекции цветного картофеля отечественной и зарубежной селекции в условиях Северного Казахстана с использованием биологического подхода для сохранения и размножения органической продукции.

Экологически чистая картофельная продукция удовлетворит социальный спрос, способствуя здоровому питанию, снижению химической нагрузки и повышению экологической безопасности страны.

Задачи исследований: сравнить фенологию, структуру урожая, лёжкость, содержание крахмала, сухого вещества и аскорбиновой кислоты в клубнях в зависимости от сорта и гибрида картофеля с различной окраской мякоти клубней и группой спелости.

Материалы и методы

Исследования проводились в КХ «Тэрра» Костанайской области Костанайского района в 2024 году, в условиях орошаемого земледелия в специализированном севообороте: чистый пар - занятый пар (сидеральный) - картофель. Предшественник - занятый пар. Почва опытного участка - чернозём южный. Механический состав почв - легкий и средний суглинок. По данным 2024 года обеспеченность нитратным азотом (N-NO₃ по Тюрину - Кононовой) в слое 0-20 см установлена низкая (7,9-20,9%). По содержанию подвижного фосфора и калия в почве (по Мачигину), следует отметить, повышенный уровень обеспеченности P₂O₅ 127,2 мг/кг и калия высокая 388,6 мг/кг. Содержание подвижной серы - среднее (13,28-31,22 мг/кг). Реакция почвенного раствора слабощелочная (7,53). Почвы имели обеспеченность гумусом -3,37%.

В сравнении с многолетней нормой 2024 год был чрезвычайно влажным. За 2024 год выпало 383,1 мм осадков, что составило 112,7% от многолетней нормы. Из-за весенних паводков почва опытного участка долго не просыхала, поэтому полевые работы в 2024 году начаты в более поздние сроки – II-III декада мая. Осадков выпало в июне - 51,8 мм, июле - 56,0 мм и августе - 71,3 мм, в сравнении с многолетними данными, больше нормы в 1,5-2 раза. Что касается среднесуточной температуры воздуха, то здесь стоит отметить, что в тёплый период 2024 года апрель был теплее и вдвое превышал среднемноголетние нормы. С мая по сентябрь температура воздуха была близка к среднемноголетним значениям. Весной при достижении почвой физической спелости проведено рыхление на глубину 18 см фрезой с прикатыванием и последующей нарезкой гребней гребнеобразователем GRIMME GF 400 перед посадкой. Клубни раскладывались в рыхлые гребни, затем засыпали их тяпками на глубину 6-8 см.

Сроки посадки III декада мая. Схема посадки 75×30 см. Делянка в опыте включала 1 рядок из 12 клубней (10 учётных). Расположение делянок систематическое. Повторность опыта 4-х кратная. Повторности в опыте были разделены дорожкой в 1 м. Площадь экспериментального участка - 155 м². Для посадки были допущены соответствующие стандарту семенные клубни.

В опыте испытывались сорта и селекционные образцы картофеля разных групп спелости: раннеспелые - Gala (Гала) (Германия), Colomba (Коломба) (Голландия), Black Beauty и селекционный образец 18-7-1 (сорт ♀ Гранола × ♂ межвидовой гибрид 32-03, Казахстан-Россия); среднеспелые - Рэд Роуз (♀9304 × ♂ Favorit, Казахстан-Китай), Xisen 1, Xisen 6, Xisen 8 (все три сорта - Китай) и селекционный образец Олюшка возникший в результате спонтанного мутагенеза селекционного образца Танюша; позднеспелые - сорт Киру, выведенный от сеянца сорта Степан; селекционный образец Травник (селекционный номер 6-9-18), также происходит от сорта Степан; селекционный образец Танюша, возникший в результате спонтанного мутагенеза селекционного образца Травник.

За стандарт были приняты три сорта разного срока созревания раннеспелый сорт с желтой мякотью клубней Gala, среднеспелый сорт с красной мякотью клубней Рэд Роуз и позднеспелый сорт с фиолетовой мякотью Киру.

Уход за картофелем, заключался в однократном окучивании растений гребнеобразователем GRIMME GF 400.

Отмечены даты всходов, бутонизации, цветения и опадения бутонов, отмирания ботвы. В период начала цветения и опадения бутонов определены высота растений и количество основных стеблей, подсчитано количество больных растений, которые были отмечены колышками.

В конце первой декады августа проводили обработку биопрепаратом Biopesticide с нормой расхода 0,3 л/га. На 6-ой день после обработки проведён учёт поражённости растений картофеля. Учёт поражённости кустов картофеля проводили, как на обрабатываемых фунгицидами, так и на необрабатываемых (контрольных) делянках.

В условиях 2024 года во время вегетации выпали обильные осадки, что привело к массовому проявлению фитофтороза в конце II декады августа и до конца отследить фазу начала отмирания ботвы не представилось возможным. Только селекционный образец 18-7-1 проявил устойчивость и его вегетационный период составил - 69 дней, что на 10 дней пре-вышло сорт Рэд Роуз.

Уборка урожая проводилась в конце I декады сентября. Вегетационный период составил у раннеспелых сортов - 63-69 дней, у среднеспелых сортов - 59-76 дней и позднеспелых - 63-73 дня.

Объединённые пробы с 10 кустов каждой повторности разделены на фракции по наибольшему поперечному сечению клубней >70 мм, 50-70 мм, 30-50 мм, <30 мм. Отобраны и учтены клубни, поражённые фитофторозом, сухой гнилью, паршой, ризоктониозом, бактериозами, растрескиванием и т.д. Определена общая и товарная урожайность, процент товарных клубней по массе.

Биохимический состав клубней оценён через один и через два месяца после сбора урожая. Для анализа формировали выборку непосредственно в поле, отбирая по одному типичному клубню (массой 50-90 г) с 10 хорошо развитых растений. Из отобранных для анализа клубней формировали объединённую пробу, которую хранили при температуре от +2 °C до +4 °C до проведения биохимического анализа. Содержание сухих веществ определяли гравиметрическим методом; крахмала – поляриметрическим методом по Эверсу (в декабре), используя автоматический поляриметр/сахариметр SAC-I (Япония); аскорбиновой кислоты – методом прямого извлечения из растений 1% соляной кислотой с последующим титрованием с помощью 2,6-дихлориндофинола (реактив Тильманса) [21].

Статистический анализ и визуализацию полученных результатов проводили с использованием свободной программной среды вычислений R [22]. В электронных таблицах Microsoft Office Excel, а также с использованием программы STATISTICA (разработчик - StatSoft. Inc) по *Р.Р. Усманову, А.Г. Сыса и Е.П. Живицкая* [23, 24].

Результаты и обсуждение

В 2024 году в КХ «Тэрра» Костанайской области были заложены опыты по испытанию сортов картофеля с окрашенной мякотью клубней отечественной и зарубежной селекции, перспективные для повышения питательной ценности картофеля потребляемого населением Северного Казахстана.

Сорт Gala, селекционный образец 18-7-1 и цветные генотипы картофеля Xisen 6, Рэд Роуз, Олюшка, Травник имели полноту всходов - 100% (таблица 1). Низкую всхожесть продемонстрировали сорта цветного картофеля: Xisen 1 - 35% и Xisen 8-43%. Первые всходы появились на 7 дней раньше у образцов: Xisen 6, Gala, Colomba, 18-7-1, у образцов с окрашенной мякотью клубней: Рэд Роуз, Олюшка, Танюша, Травник. Позднее всех появились всходы у сорта Xisen 1. Период полных всходов приходился на конец I и начало II декады июня, фаза бутонизации – на конец I и начало II декады июля, цветение приходилось на конец II декады июля и начало I декады августа. Характерной особенностью летнего периода 2024 г. являлось то, что в начале и середине августа сорта: Киру, Xisen 1, Xisen 6, Xisen 8, селекционные образцы Олюшка, Танюша, 18-7-1 и Травник ещё обильно цвели, что способствовало интенсивному клубнеобразованию (рисунок 1).



Рисунок 1 – Опытное поле картофеля в КХ «Тэрра» в период массового цветения

В конце третьей декады августа на опытных деланках отмечена массовая эпифитотия фитофтороза. Болезнь за считанные дни распространилась по всему участку и только сорта Киру, Xisen 1 и гибрид 18-7-1 показали фитофтороустойчивость по листьям (рисунок 2).



А - Сорт Xisen 1



В - Селекционный образец 18-7-1

Рисунок 2 – Фотосинтезирующая ботва кустов картофеля сорта Xisen 1 (А) и селекционного образца 18-7-1 (Б) на фоне эпифитотии фитофтороза

Сортообразец Танюша проявил наименьшую пораженность данным фитопатогеном (6-7 баллов). Также визуальнo и с помощью диагностики методом иммуноферментного анализа (ИФА) были обнаружены X-вирус картофеля (PVX), Y-вирус картофеля (PVY), M-вирус картофеля (PVM), S-вирус картофеля (PVS) и вирус скручивания листьев картофеля (PLRV) (рисунок 3).



Рисунок 3 – Куст картофеля сорта Танюша с симптомами PLRV

Исходя из полученных данных, при сопоставлении наличия на клубнях фитофтороза при уборке выделились сорта и селекционные образцы с более высокой устойчивостью к заболеваниям на момент уборки: к фитофторозу клубней – Танюша, Травник, Рэд Роуз. Были отмечены сорта с повышенной подверженностью заболеваниям – фитофторозом сильнее поражались образцы Gala, Colomba и Олюшка (рисунок 4).

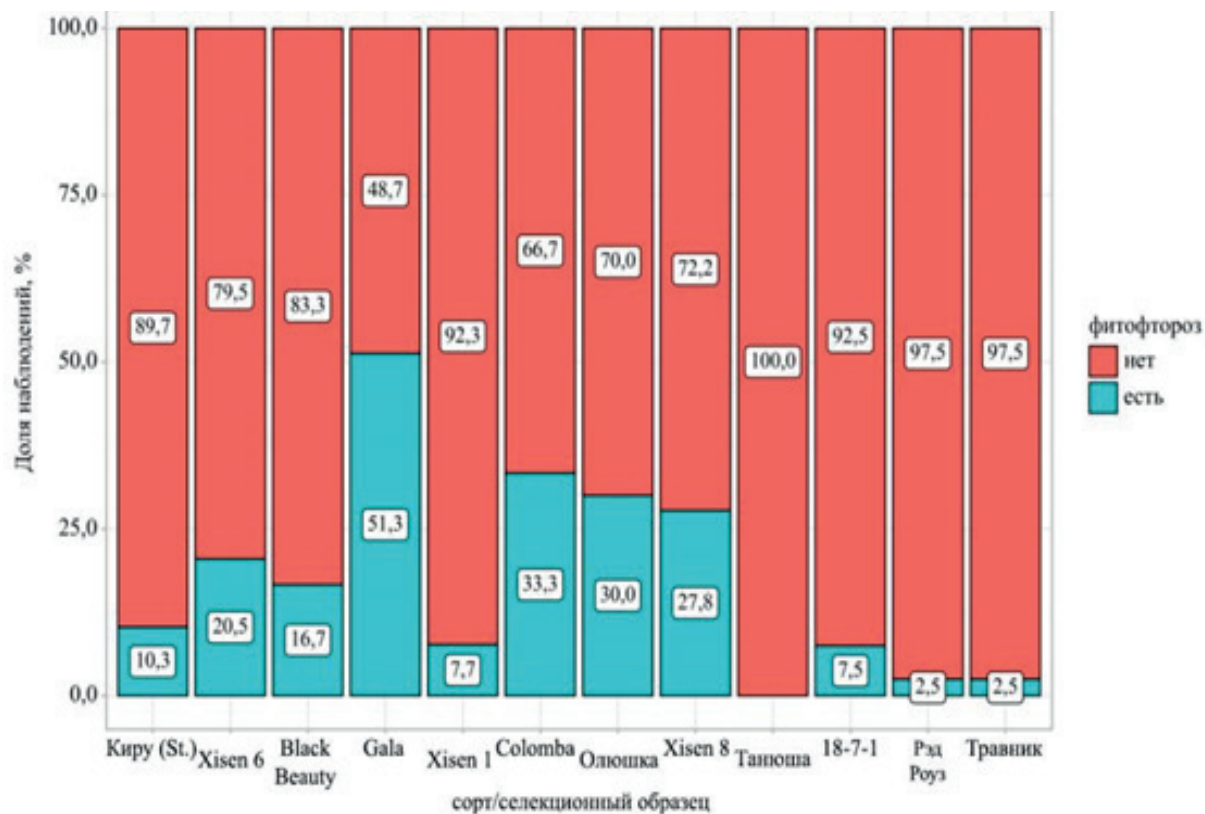


Рисунок 4 – Анализ пораженности клубней сортов и селекционных образцов картофеля фитофторозом на момент уборки

Представлен анализ структуры урожая и товарности клубней в зависимости от сорта и селекционного образца картофеля (таблица 1).

Таблица 1 – Хозяйственно-биологические показатели сортов и селекционных образцов картофеля, 2024 г.

№	Сорт, Селекцион- ный образец	Группа по стат. обработке	Полнота всходов, %	Поражен- ность вирусами, %	Средний урожай, т/ га	Прибавка				
						+/- т/га	%			
1	Gala (St)	1	98	0	49,9 ± 3,4	-	-	1123,0	16,6	67,7
2	Black Beauty		90	64,0	17,0 ± 6,9	-32,9**	-65,9	382,7	5,8	66,0
3	Colomba		98	15,4	57,0 ± 5,3	+7,1	14,2	1285,3	13,9	92,5
4	18-7-1		100	10,0	54,0 ± 3,9	+4,1	8,3	1262,1	11,0	114,7
	НСР (5%)				9,3					
	m%				6,54					
5	Рэд Роуз (St)	2	100	95	27,8 ± 4,0	-	-	638,85	12,7	50,3
6	Xisen 6		98	15,4	48,2 ± 5,7	+20,4**	73,4	1085,3	13,7	79,2
7	Xisen 1		35	7,7	24,1 ± 6,9	-3,7	-13,4	491,8	4,6	107,0
8	Олюшка		100	80,0	32,4 ± 6,8	4,6	16,4	728,7	8,8	82,8
9	Xisen 8		43	23,5	16,1 ± 5,1	-11,8*	-42,2	382,5	6,7	57,1
	НСР (5%)				8,5					
	m%				9,30					
10	Киру (St)	3	95	97,3	34,5 ± 6,7	-	-	777,4	5,7	136,4
11	Танюша		100	82,5	30,6 ± 0,9	-4,0	-11,6	687,0	13,3	51,7
12	Травник		100	45,0	32,7 ± 4,8	-1,9	-5,4	734,7	14,9	49,3
	НСР (5%)	3			8,3					
	m%				7,39					

Примечание -* p=0,05, ** p=0,01

По результатам ИФА анализа в сильной степени вирусными болезнями, в основном морщинистой мозаикой и крапчатостью, были поражены следующие образцы: Олюшка (80%), Танюша (82,5%) Black Beauty (64%), Травник (45%), особенно два сорта Киру (97,5%) и Рэд Роуз (95%), несколько слабее образец 18-7-1 (10%) и сорт Colomba (15,4%). Абсолютно безвирусным был сорт Gala.

В результате сравнения урожайности с делянки наивысшую урожайность показал сорт картофеля Colomba (57,0 т/га), который превысил стандартный сорт Gala на 7,1 т/га (14,2 %), однако эта прибавка не была статистически значимой (рисунок 5).

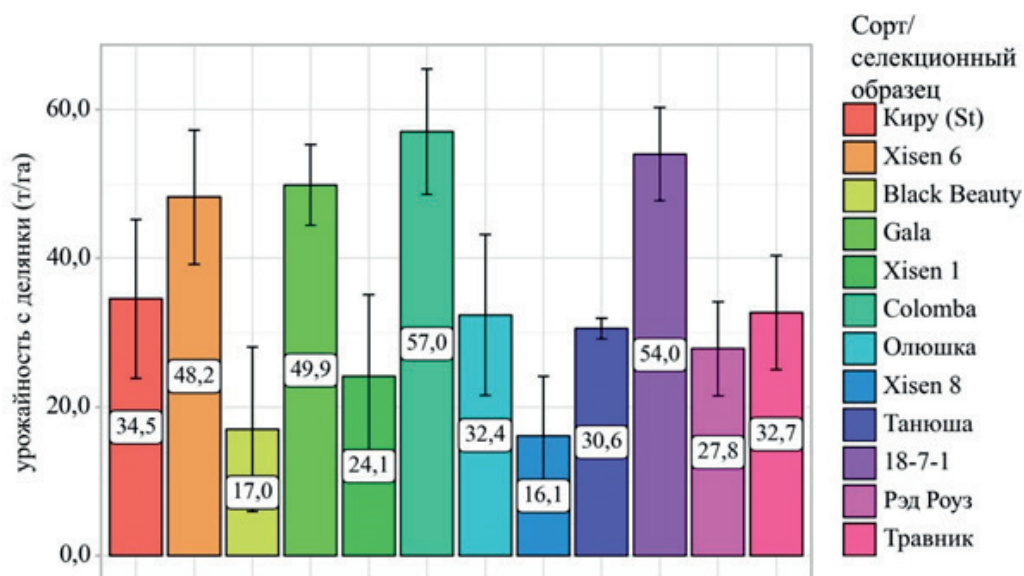


Рисунок 5 – Урожайность картофеля в зависимости от сорта и селекционного образца

Селекционный образец картофеля 18-7-1 также отличался высокой урожайностью – 54,0 т/га, превосходя стандарт Gala на 4,1 т/га, но эта прибавка не превышала уровень НСР05. Образец Олюшка с урожайностью 32,4 т/га превысил сорт с окрашенной мякотью Рэд Роуз (St) на 4,6 т/га, но ниже сорта Киру (St) на 2,1 т/га. Селекционные образцы Олюшка, Танюша и Травник имели сопоставимую урожайность в диапазоне от 30,6 до 34,5 т/га по сравнению с сортом Киру (St). Сорт Xisen 1 показал урожайность – 24,1 т/га, что ниже контрольного сорта Рэд Роуз на 3,7 т/га. Сорта с фиолетовой мякотью клубней Black Beauty и Xisen 8 имели наименьшую урожайность – 17,0 т/га и 16,1 т/га соответственно, достоверно уступая сортам стандартам в своих группах спелости – Gala (49,9 т/га) и Рэд Роуз (27,8 т/га).

Результаты анализа товарности подтверждают, что сортовые особенности существенно влияли на качество и коммерческую ценность урожая картофеля.

Сорта картофеля: Киру, Black Beauty, Colomba, Gala, Xisen 1, Xisen 6 и селекционные образцы 18-7-1 и Олюшка сочетали в себе высокую товарность (99-100%), а также минимальное образование мелкой фракции (таблица 2). Сорта Рэд Роуз, Xisen 8 также имели высокую товарность (96,6-98,7%). Селекционные образцы Танюша (95,2%) и Травник (94,2%) имели несколько пониженную товарность, что связано с более высоким выходом мелкой фракции. Анализ товарности в зависимости от сорта и селекционного образца картофеля показал, что селекционные образцы Танюша и Травник имели наименьшую товарность, что может снижать их коммерческую привлекательность, несмотря на ценность окрашенной мякоти клубней. Сорта с пониженной товарностью требуют дополнительных мер для повышения качества урожая и снижения доли некондиционной фракции.

Полученные данные показали, что у одних сортов к декабрю сохраняется, либо даже возрастает, абсолютное содержание крахмала на фоне усиленного обезвоживания клубней, в то время как у других наблюдается заметный спад доли и абсолютных значений крахмала. При этом

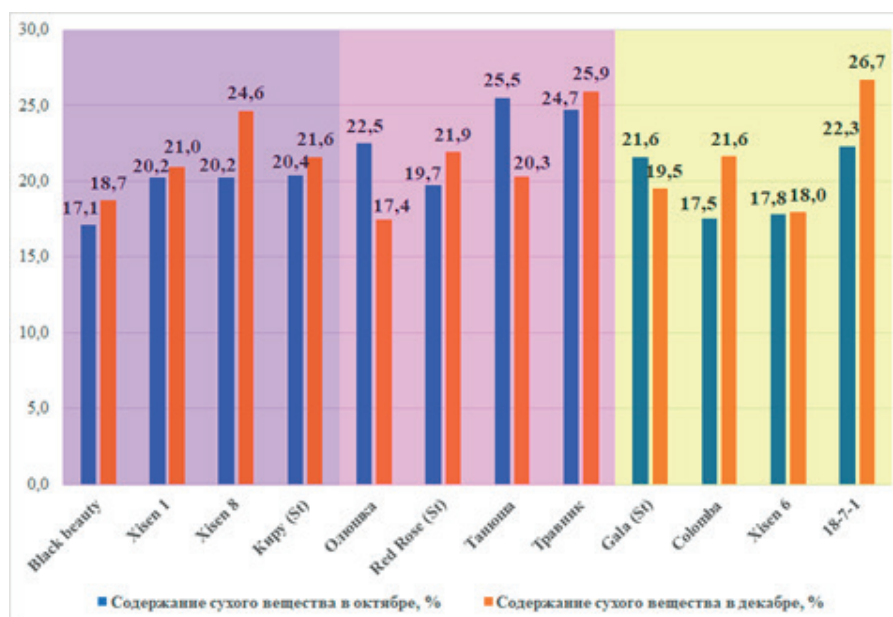
у большинства сортов фиксируется снижение удельной доли крахмала в сухом веществе, что свидетельствует о более быстром накоплении иных компонентов (в т.ч. растворимых сахаров) по сравнению с крахмалом (таблица 2).

Таблица 2 – Динамика содержания сухого вещества и крахмала в клубнях сортов и селекционных образцов картофеля с различной окраской мякоти, 2024 г.

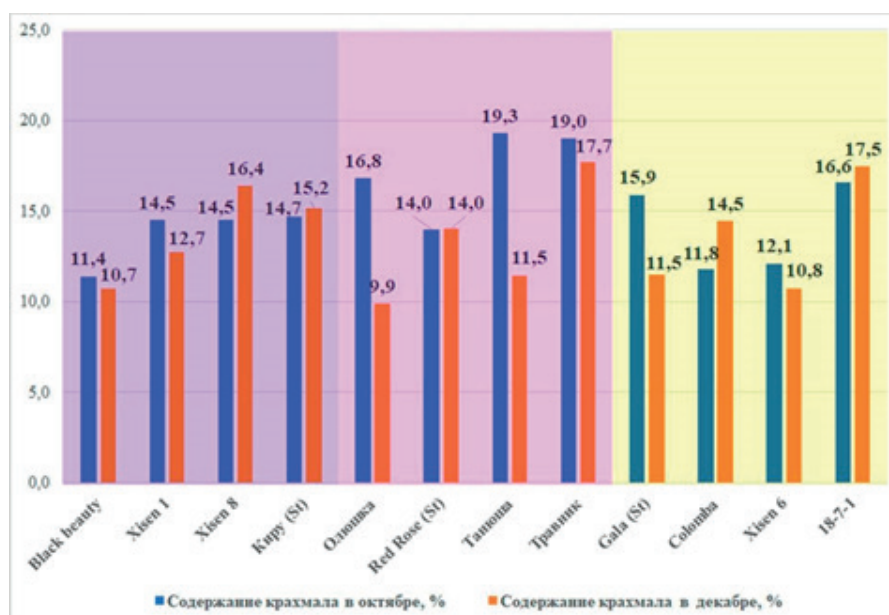
Цвет мякоти	Группа спелости	Сорт/ селекционный образец	Содержание сухого вещества, %		Содержание крахмала, %		Содержание крахмала в сухом веществе, %	
			октябрь	декабрь	октябрь	декабрь	октябрь	декабрь
Фиолетовая	Раннеспелый	Black beauty	17,1	18,7	11,4	10,7	66,7	57,4
	Среднеспелый	Xisen 1	20,2	21,0	14,5	12,7	71,8	60,7
		Xisen 8	20,2	24,6	14,5	16,4	71,8	66,6
	Позднеспелый	Киру (St)	20,4	21,6	14,7	15,2	72,1	70,3
Розовая	Среднеспелый	Олюшка	22,5	17,4	16,8	9,9	74,7	56,7
Красная	Среднеспелый	Рэд Роуз (St)	19,7	21,9	14,0	14,0	71,1	64,1
Розовая	Позднеспелый	Танюша	25,5	20,3	19,3	11,5	75,7	56,5
	Позднеспелый	Травник	24,7	25,9	19,0	17,7	76,9	68,3
Желтая	Раннеспелый	Gala (St)	21,6	19,5	15,9	11,5	73,6	59,0
		Colomba	17,5	21,6	11,8	14,5	67,4	66,8
		18-7-1	22,3	26,7	16,6	17,5	74,4	65,3
	Среднеспелый	Xisen 6	17,8	18,0	12,1	10,8	68,0	59,9

В результате проведённого исследования установлено, что динамика содержания сухого вещества и крахмала в клубнях картофеля существенно варьирует в зависимости от сортовых характеристик и группы их спелости.

Среди сортов с фиолетовой окраской мякоти клубней наибольшую стабильность и высокие показатели содержания сухого вещества (СВ) и крахмала демонстрировал сорт Киру, у которого эти показатели росли (при этом доля крахмала в СВ немного уменьшалась, но оставалась выше 70%). Сорт Xisen 8 особенно выделялся резким приростом сухого вещества и крахмала, но доля крахмала в СВ тоже незначительно падала (с ~72% до ~67%) (рисунок 6).



А



Б

Рисунок 6 – Динамика содержания сухого вещества (А) и крахмала (Б) в клубнях сортов и селекционных образцов картофеля с различной окраской мякоти (октябрь-декабрь)

В группе сортов с желтой мякотью значительный прирост сухого вещества продемонстрировал селекционный образец 18-7-1, хотя относительная доля крахмала упала с ~74% до ~65%. Заметно, что у сорта Colomba и селекционного образца 18-7-1 не просторосло общее содержание сухого вещества, но и увеличивалось абсолютное содержание крахмала. Однако, процентная доля крахмала в сухом веществе у всех четырёх сортов с желтой мякотью снижалась к декабрю 2024 года (у Colomba – минимально, с 67,4% до 66,8%) (рисунок 7).

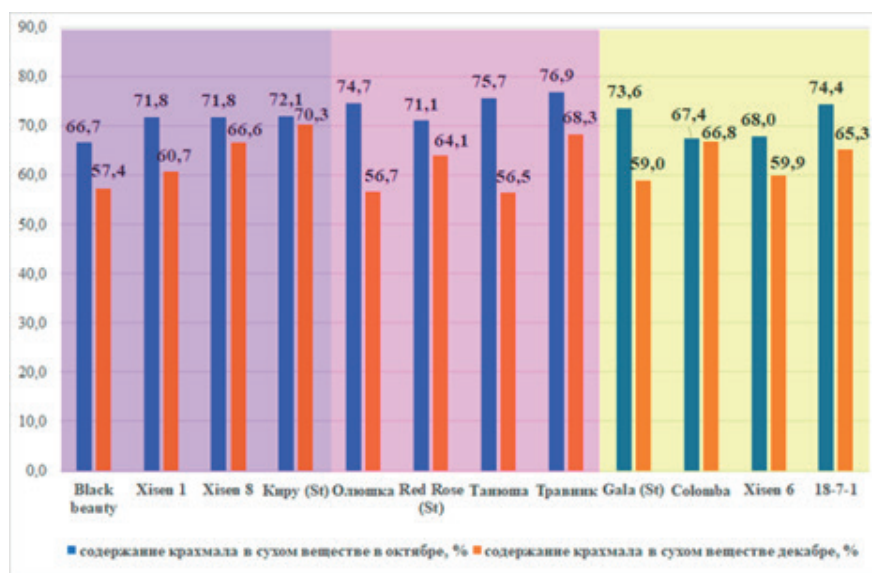


Рисунок 7 – Динамика содержания крахмала в сухом веществе клубней сортов и селекционных образцов картофеля с различной окраской мякоти (октябрь-декабрь)

Клубни сортов с розовой мякотью значительно отличались по динамике рассматриваемых биохимических показателей. Селекционные образцы Олюшка и Танюша теряли сухое вещество и крахмал весьма резко – в итоге их доля крахмала в СВ существенно падала. Клубни сорта Рэд Роуз, напротив, в декабре месяце имели немного больше СВ и стабильный крахмал, однако

относительная доля крахмала тоже снижалась (71,07% → 64,05%). Клубни селекционного образца Травник удерживали очень высокие показатели во все сроки: при увеличении СВ с 24,7% до 25,92% крахмал хоть и снизился (19% → 17,71%), но оставался одним из самых высоких. Доля крахмала в сухом веществе в декабре (68,33%) по-прежнему была одной из лидирующих среди всех образцов картофеля.

Таким образом, у большинства образцов картофеля было выявлено снижение удельной доли крахмала в сухом веществе к декабрю, однако при этом у некоторых сортов картофеля Colomba, Xisen 8, Киру и селекционных образцов 18-7-1, Травник наблюдалось увеличение как абсолютного содержания крахмала, так и общего уровня сухого вещества. В то же время селекционные образцы: Танюша и Олюшка, обладавших в начале хранения высокими показателями, существенно утратили запасы крахмала к декабрю.

В исследовании Nourian и соавторов (2003) отмечено, что даже при одинаковой низкой температуре клубни разных генотипов картофеля могут вести себя неодинаково, что проявляется в различной кинетике распада крахмала и формировании простых сахаров [25].

Полученные данные согласуются с результатами ряда исследований, указывающих на то, что в период хранения клубни картофеля могут как накапливать крахмал (при снижении общего содержания влаги), так и терять его в результате дыхательных процессов и ферментативного гидролиза. Так, в работе В.А. Сердюкова (2021) отмечено, что при хранении картофеля насыпью в клубнях повышается содержание крахмала на 0,05%, что может быть связано с потерей влаги и, соответственно, относительным увеличением концентрации сухих веществ [26].

В исследовании Назировой и соавторов (2020) установлено, что в течение шести месяцев хранения содержание белка в клубнях картофеля уменьшается почти в два раза, а гидролиз крахмала до моносахаров продолжается практически до конца периода хранения [27].

Согласно требованиям к столовым сортам картофеля для потребления клубней в свежем виде содержание в них крахмала для раннего потребления составляет 10-12%, для сортов, предназначенных для длительного хранения - 14-18%, а для диетического питания - 8-10% [28]. В условиях Волго-Вятского региона Российской Федерации установлена отрицательная корреляция между скороспелостью сортов картофеля и содержанием крахмала, что подтверждает тенденцию более высокого накопления крахмала у среднеспелых и поздне-спелых сортов по сравнению с раннеспелыми сортами картофеля [29].

Проведённые на момент первого анализа в октябре (через месяц после уборки) исследования подтверждают вышеуказанное утверждение. Так, селекционные образцы с розовой мякотью, относящиеся к группе позднеспелых: Танюша и Травник, содержали 19,3 и 19,0% крахмала соответственно, а среднеспелые сорта с розовой мякотью Рэд Роуз и Олюшка содержали 14,0 и 16,8% крахмала. Однако, позднеспелый сорт с фиолетовой мякотью Киру содержал менее 16% крахмала во время всех наблюдений. Раннеспелые сорта Black Beauty (с фиолетовая мякоть) и Colomba (жёлтая мякоть), содержали менее 12% крахмала через месяц после уборки, но у сорта Colomba содержание крахмала через 2 месяца было выше 14%.

Клубни раннеспелого сорта Gala наоборот, через месяц после уборки содержали почти 16% крахмала, а в декабре менее 12%. Содержание крахмала в клубнях сортов средней группы спелости на момент первого измерения (в октябре) находилось в пределах 14-18% для всех изучаемых сортов, за исключением сорта картофеля Xisen 6, вне зависимости от окраски мякоти. Раннеспелый селекционный образец 18-7-1 (жёлтая мякоть) содержал крахмала на уровне характерном для среднеспелых сортов. Если исходить из рекомендованного уровня содержания крахмала для диетического питания, то можно отметить сорта, у которых в декабре клубни содержали менее 10% крахмала. К таким сортам можно отнести сорт с розовой мякотью Олюшка (9,9%), с фиолетовой мякотью Black Beauty (10,7%), с жёлтой мякотью – Xisen 6 (10,8%).

В виду того, что по типу окраски мякоти клубня в исследованиях присутствует по 4 сорта, была предпринята попытка осуществить разведывательный анализ выявления закономерностей между окраской мякоти клубней и содержанием сухого вещества и крахмала (рисунок 8).

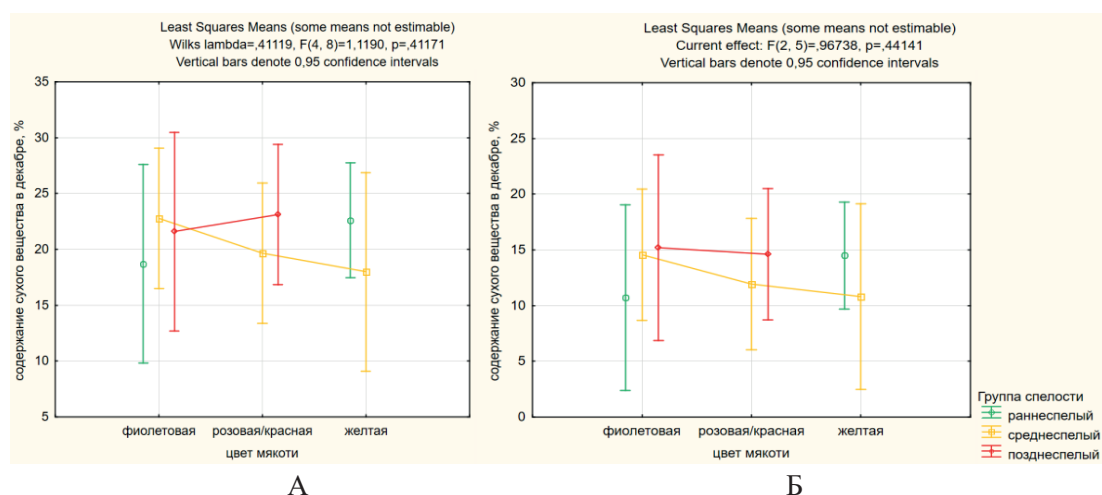


Рисунок 8 – Содержание сухого вещества (А) и крахмала (Б) в клубнях сортов и селекционных образцов картофеля в зависимости от окраски клубней и группы спелости

Согласно представленным на рисунке выше данным двухфакторного дисперсионного анализа, статистически значимые отличия в содержании сухого вещества и крахмала в клубнях в зависимости от группы по цвету мякоти клубня отсутствовали ($p=0,412$ и $0,441$ соответственно). Однако, по показателю содержания крахмала присутствовала визуальная закономерность в пределах фиолетовой и красно-розовой группы по окраске клубней по группе спелости – у сортов с более поздней спелостью содержание крахмала в среднем выше.

По показателю содержания сухого вещества, в группе сортов с фиолетовой мякотью позднеспелый сорт выбивается из этой тенденции (сорт Киру). Однако, содержание крахмала в сухом веществе в группе сортов с фиолетовой окраской клубней подчинялось отмеченной закономерности (рисунок 9).

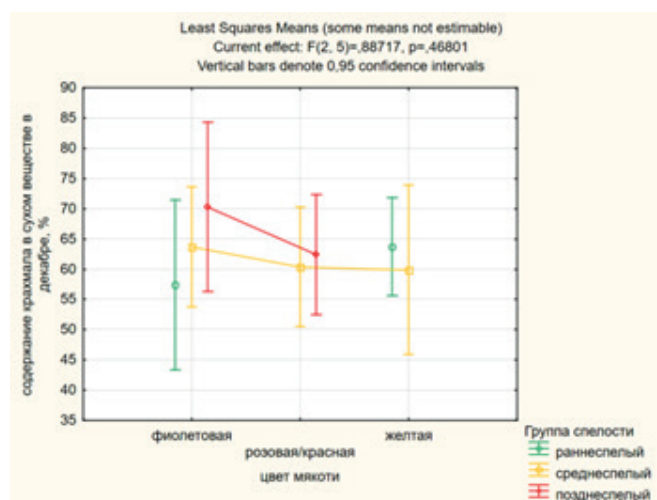


Рисунок 9 – Содержание крахмала в сухом веществе клубней сортов и селекционных образцов картофеля в зависимости от окраски клубней и группы спелости

Полученные результаты, отображённые на рисунке выше, не выявили статистически значимых различий ($p=0,468$) между группами по окраске мякоти клубней и содержанием крахмала в сухом веществе.

Был проведён анализ содержания сухого вещества в клубнях картофеля в октябре и декабре в зависимости только от группы спелости (таблица 3).

Таблица 3 – Анализ содержания сухого вещества в зависимости от группы спелости сортов и селекционных образцов картофеля без учёта окраски мякоти клубней

Группа спелости	Содержание сухого вещества в октябре, (%)		Содержание сухого вещества в декабре, (%)		n
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Раннеспелые	19,6 ± 2,7	15,3 – 23,9	21,65 ± 3,60	15,93 – 27,37	4
Среднеспелые	20,1 ± 1,7	18,0 – 22,2	20,58 ± 2,96	16,90 – 24,26	5
Позднеспелые	23,5 ± 2,7	16,7 – 30,3	22,61 ± 2,93	15,32 – 29,90	3
p	0,110		0,686		
Группа спелости	Содержание крахмала в октябре, %		Содержание крахмала декабре, %		n
	M ± SD	95% ДИ	M ± SD	95% ДИ	
Раннеспелые	13,93 ± 2,70	9,62 – 18,23	13,54 ± 3,06	8,67 – 18,41	4
Среднеспелые	14,38 ± 1,68	12,30 – 16,46	12,76 ± 2,61	9,52 – 16,01	5
Позднеспелые	17,67 ± 2,57	11,27 – 24,06	14,79 ± 3,14	6,99 – 22,59	3
p	0,121		0,644		

Примечание -* различия показателей статистически значимы ($p < 0,1$)

В результате сопоставления содержания сухого вещества и крахмала в клубнях в октябре и декабре месяцах 2024 г., в зависимости от группы спелости сортов картофеля, не были выявлены существенные различия ($p=0,110$, $0,121$, $0,686$, $0,644$ соответственно) (используемый метод: F–критерий Фишера) (рисунок 10). Уровень статистической достоверности при неравномерной и малой выборке сортов в октябре был близок к 0,1, что косвенно свидетельствует о наличии взаимосвязи, но уже через два месяца после уборки p-уровень уже превышает 0,6, следовательно в период хранения уже через 3 месяца после уборки происходят преобразования, снижающие влияние группы спелости на содержание сухого вещества и крахмала. Так как существует тесная положительная взаимосвязь между содержанием крахмала и сухого вещества, данные результаты вполне закономерны и подтверждаются результатами исследований других авторов [30].

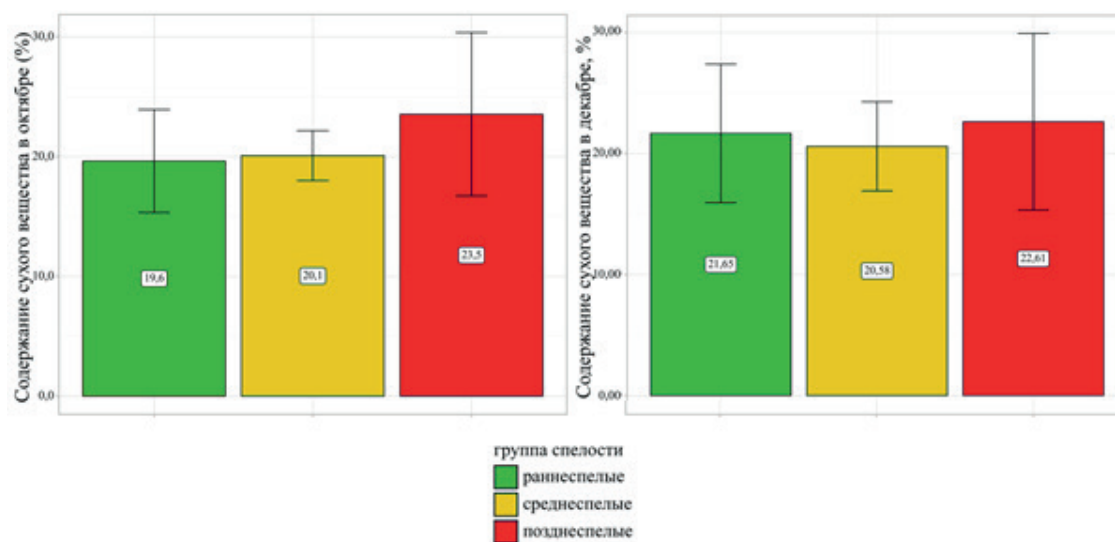


Рисунок 10 – Содержание сухого вещества в клубнях в зависимости от группы спелости сортов и селекционных образцов картофеля

Таким образом, динамика изменения содержания крахмала и сухого вещества в клубнях картофеля во время хранения зависит от комплекса факторов - сортовые особенности, условия выращивания и параметры хранения. Цвет окраски мякоти клубней не был отмечен, как определяющий группирующий фактор для содержания крахмала и сухого вещества в клубнях

картофеля. Связь между группой спелости и содержанием крахмала и сухого вещества ослабевает в течение периода хранения. Это подчёркивает необходимость учета сортовых особенностей и назначения сортов картофеля при выборе условий и сроков хранения, а также срок отбора проб для проведения анализов.

На следующем этапе исследований рассматривали в клубнях исследуемых сортов и селекционных образцов картофеля содержание аскорбиновой кислоты по состоянию на декабрь 2024 года (таблица 4).

Таблица 4 – Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля в зависимости от сорта/селекционного образца, группы спелости и окраски мякоти клубней

Цвет мякоти	Группа спелости	Сорт/ селекционный образец	Аскорбиновая кислота, мг/100 г
Фиолетовая	Раннеспелый	Black beauty	20,93
	Среднеспелый	Xisen 1	21,39
		Xisen 8	18,40
Фиолетовая	Позднеспелый	Киру (St)	20,47
Розовая	Среднеспелый	Олюшка	19,32
Красная	Среднеспелый	Рэд Роуз	18,86
Розовая	Позднеспелый	Танюша	17,48
		Травник	18,63
Желтая	Раннеспелый	Gala (St)	19,55
		Colomba	19,78
		18-7-1	19,32
	Среднеспелый	Xisen 6	19,78

По данным таблицы 4, у сортов с фиолетовой мякотью наблюдается широкий диапазон содержания аскорбиновой кислоты (от 18,5 до 21,5 мг/100 г), при этом наибольшее значение зафиксировано у сорта Xisen 1, наименьшее у сорта Xisen 8.

Сорт с красной мякотью Рэд Роуз и селекционный образец Олюшка с розовой мякотью демонстрировали умеренный уровень содержания аскорбиновой кислоты в клубнях (от 17,5 до 19,5 мг/100 г).

В группе сортов и селекционных образцов с желтой мякотью средний уровень аскорбиновой кислоты несколько выше по сравнению с розовыми сортами, но ниже, чем у фиолетовых. Наибольшие значения наблюдаются у сортов Colomba и Xisen 6.

Согласно исследованию *Е.М. Гинс* и других ученых, содержание аскорбиновой кислоты в клубнях картофеля варьируется в зависимости от сорта и окраски мякоти. Например, в сорте «Гала» с темно-желтой мякотью содержание аскорбиновой кислоты составляло 15,84 мг%, тогда как в сорте «Фиолетовый» с фиолетовой мякотью – 8,80 мг%. Это указывает на то, что сорта с различной окраской мякоти могут существенно отличаться по содержанию аскорбиновой кислоты [31].

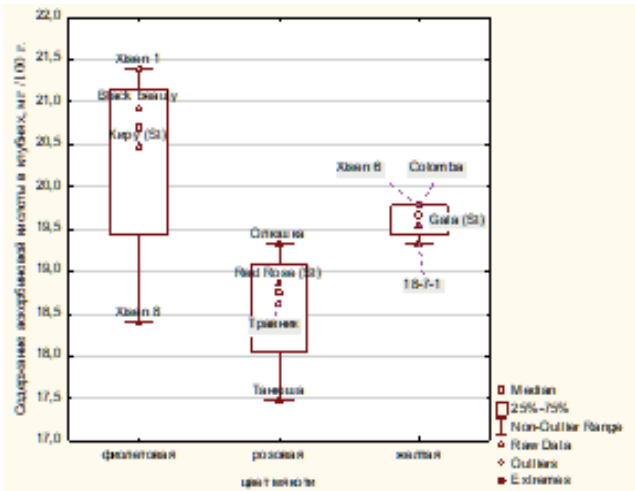


Рисунок 11 – Содержание аскорбиновой кислоты в клубнях в зависимости от сортов и селекционных образцов картофеля, сгруппированных по цвету мякоти клубней

Для выявления уровня статистической значимости выявленных отличий был проведен анализ содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от цвета мякоти клубня (таблица 5).

Таблица 5 – Анализ содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от цвета мякоти клубня

цвет мякоти	Аскорбиновая кислота (мг/100 г)			p
	M±SD	95% ДИ	n	
желтая	19,6±0,2	19,3–20,0	4	0,065* p _{розовая/красная – фиолетовая} = 0,055
фиолетовая	20,3±1,3	18,2–22,4	4	
розовая/красная	18,6±0,8	17,3–19,8	4	

Примечание - *различия показателей статистически значимы (p < 0,1)

В соответствии с данными таблицы 5, при сравнении содержания аскорбиновой кислоты в зависимости от цвета мякоти, были выявлены статистически значимые различия (p = 0,065) (используемый метод: F–критерий Фишера). Было установлено, что в среднем изучаемые сорта с фиолетовой мякотью через 3 месяца после закладки на хранение содержали на 0,7 мг/100 г больше аскорбиновой кислоты, чем сорта с жёлтой мякотью, и на 1,7 мг/100 г больше, чем сорта с розовой и красной мякотью.

Полученные данные подтверждают наличие различий в содержании аскорбиновой кислоты между сортами и селекционными образцами с различной окраской мякоти, что может быть обусловлено генетическими особенностями сортов и физиологическими процессами метаболизма.

Заключение

В условиях орошаемого земледелия Костанайской области в 2024 году на фоне избыточного увлажнения и эпифитотии фитофтороза установлено, что разные сорта и селекционные образцы картофеля с цветной мякотью (фиолетовой, розовой, красной и жёлтой) демонстрировали значительные различия по морфобиологическим и хозяйственно-ценным признакам.

Наиболее выраженную устойчивость к фитофторозу по листьям в ходе массовой эпифитотии (конец августа 2024 г.) продемонстрировали сорт Киру, Xisen 1 и селекционный образец 18-7-1. В то же время устойчивость к фитофторозу клубней при уборке показали селекционные образцы с розовой мякотью Танюша, Травник и сорт Рэд Роуз, причём у селекционного образца Танюша дополнительно отмечены низкие баллы поражения по листовому аппарату (6–7 баллов), что выделяло его как один из самых устойчивых сортов в целом. По данным фитопатологического анализа, некоторые сорта (Gala, Colomba, Олюшка) оказались более восприимчивыми к фитофторозу.

В ходе диагностики методом ИФА выявлена неодинаковая поражённость вирусными болезнями. Абсолютную безвирусность показал сорт Gala.

Максимальную урожайность (57,0 т/га) продемонстрировал раннеспелый сорт Colomba, превзойдя стандарт Gala на 14,2%. Высокую продуктивность (54,0 т/га) показал селекционный образец 18-7-1. Сорта Xisen 1, Xisen 8, а также Black Beauty характеризовались низкой урожайностью (16,1–21,9 т/га). Большинство изучаемых сортов (Colomba, Киру, Xisen 1, Xisen 6 и селекционный образец 18-7-1) сочетали высокую товарность (99–100%) с минимальным выходом мелкой фракции.

Цвет мякоти клубня не был выявлен в качестве фактора, влияющего на содержание сухого вещества и крахмала ($p > 0,05$).

У большинства сортов и селекционных образцов заложенных на хранение, через три месяца в клубнях картофеля снижалась удельная доля крахмала в сухом веществе, при этом у ряда сортов - Киру, Colomba, Xisen 8 и селекционных образцов - 18-7-1, Травник росло, как абсолютное содержание крахмала, так и общее содержание сухого вещества. Некоторые образцы (Олюшка, Танюша) к декабрю существенно утратили запасы крахмала, что важно учитывать при выборе сортов для длительного хранения и пищевого назначения.

Между сортами с различной окраской мякоти выявлены статистически значимые различия по содержанию витамина С ($p = 0,065$). В среднем у сортов с фиолетовой мякотью клубней (Киру, Xisen 1, Xisen 6, Black Beauty) отмечались несколько более высокие значения (до 21,5 мг/100 г) по сравнению с образцами, имеющими клубни с жёлтой окраской мякоти. Разброс внутри каждой цветовой группы был существенным, что указывает на важность конкретных генотипических особенностей.

Таким образом, результаты первого года испытаний подчёркивают необходимость комплексного подхода при выборе сортов картофеля с разной окраской клубней и группой спелости. Высокие показатели урожайности, товарности и устойчивости к болезням могут успешно сочетаться с благоприятным биохимическим профилем (содержанием крахмала, сухого вещества, витамина С), однако данные параметры сильно зависят от генотипа сорта, погодных условий, агротехники и длительности хранения. Полученные результаты могут служить основой для дальнейших исследований по совершенствованию ассортимента цветного картофеля, оптимизации технологий выращивания и хранения, а также для практического использования производителями и переработчиками картофеля в регионе.

Вклад авторов

ВХ, ЕЕ, АС, АУ, ВС: участвовали в проведении полевых исследований. ЕР: выполнила биохимический анализ клубней. АС выполнил статистическую обработку данных. ЕЕ, АС: подготовили литературный обзор, изложили результаты исследований, выполнили анализ данных и подготовили статью.

ВХ, АУ и ЕР: провели окончательную редакцию и вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Благодарность

Авторы выражают главе КХ «Тэрра» Семейкину В.И. за предоставление земельного участка для проведения исследований и картофелехранилища для длительного хранения семенного материала.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках грантового финансирования МНВО РК «Картофель с цветной мякотью для Северного Казахстана: подбор сортов и гибридов, создание биологизированной технологии защиты» ИРН -AP23485559.

Список литературы

- 1 Brown, CR, Culley, D., Bonierbale, M., Amoros, W. (2007). Anthocyanin, carotenoid content and antioxidant values in Native South American Potato Cultivars. *Hortscience*, 42, 1733-1736. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.7.1733.
- 2 Chaves-Silva, S., Santos, AL, Chalfun-Júnior, A., Zhao, J., Peres, LE, Benedito, VA. (2018). Understanding the genetic regulation of anthocyanin biosynthesis in plants—tools for breeding purple varieties of fruits and vegetables. *Phytochemistry*, 153, 11-27. DOI: 10.1016/j.phytochem.2018.05.013.
- 3 Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, MF, Verardo, V. (2016). Phenolic compounds in the potato and its byproducts: an overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), 835-854. DOI: 10.3390/ijms17060835.
- 4 Shahidi, F., Ambigaipalan, R. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897. DOI: 10.1016/j.jff.2015.06.018.
- 5 Николаева, ОВ. (2023). Сравнительная оценка сортов картофеля с окрашенной мякотью. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*, 1, 68-74.
- 6 Chalishkan, MA, Bakhsh, A., Jabran, K. (2023). World Potato Production. *Academic Press*, 411. DOI: 10.1016/B978-0-12-822925-5.00027-X.
- 7 Поливанова, ОБ, Гинс, ЕМ. (2019). Антиоксидантная активность пигментированного картофеля (*Solanum tuberosum* L.), содержание антоцианов, их биосинтез и физиологическая роль. *Овощи России*, 6, 84-90. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-6-84-90.
- 8 Киру, СД, Мелешин, АА, Апшев, ХХ. (2016). И вкус, и цвет. *Сельскохозяйственные вести*, 1, 14-16.
- 9 Тайков, ВВ, Удовицкий, АС, Екатеринбургская, ЕМ. (2018). Оценка новых сортов и гибридов картофеля отечественной и зарубежной селекции в питомнике экологического сортоиспытания в Костанайском НИИСХ за 2015-2017 гг. *3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация*, 1, 89-93.
- 10 Козлов, ВА. (2014). Создание исходного материала картофеля с цветной мякотью клубней. *Картофелеводство*, 22, 29-34.
- 11 Министерство сельского хозяйства Республики Казахстан. (2023). *Государственный реестр селекционных достижений, рекомендуемых к использованию в Республике Казахстан* (в редакции приказа Министра сельского хозяйства Республики Казахстан от 03.04.2020 №112).
- 12 Madiwale, GP, Reddivari, L., Holm, DG, Vanamala, J. (2011). Storage Elevates Phenolic Content and Antioxidant Activity but Suppresses Antiproliferative and Pro-apoptotic Properties of Colored-Flesh Potatoes against Human Colon Cancer Cell Lines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(15), 8155-8166. DOI: 10.1021/jf201073g.
- 13 Стрыгина, КВ, Хлеткина, ВК. (2017). Синтез антоцианов у картофеля (*Solanum tuberosum* L.): Генетические маркеры для направленного отбора. *Сельскохозяйственная биология*, 52(1), 37-49. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.37rus.
- 14 Гинс, ЕМ, Москалев, ЕА, Поливанова, ОБ, Митюшкин, АВ, Симаков, ЕА. (2020). Оценка содержания веществ с антиоксидантной активностью в образцах картофеля коллекции исходных родительских форм Федерального исследовательского центра картофеля имени А.Г. Лорха. *Вестник Российского университета дружбы народов*, 15(3), 242-252. DOI: 10.22363/2312-797X.2020-15-3-242-252.
- 15 Молявко, АА, Марухленко, АВ, Борисова, НП, Белоус, НМ, Ториков, ВЕ. (2021). Приемы снижения вирусной инфекции на семенном картофеле. *Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии*, 1(83), 15-23. DOI: 10.52691/2500-2651-2021-87-5-15-22.
- 16 Анисимов, БВ, Белов, ГЛ, Варицев, ЮА, и др. (2009). *Защита картофеля от болезней, вредителей и сорняков*. Картофелевод, 272.
- 17 Хлесткина, ЕК, Шумный, ВК, Колчанов, НА. (2016). Маркёр-ориентированная селекция и примеры её использования в мировом картофелеводстве. *Достижения науки и техники АПК*, 30(10), 5-8.
- 18 Айтбаева, АТ, Айтбаев, ТЕ. (2014). Защита растений картофеля от вредных организмов в системе капельного орошения на юго-востоке Казахстана. *Селекция и семеноводство овощных культур*, 45, 60-69.

19 Шарипова, ДС, Айтбаев, ТЕ. (2017). Пораженность грибными заболеваниями и продуктивность картофеля в зависимости от севооборота и фунгицидов в условиях юго-востока Казахстана. *Научно-практический журнал Защита картофеля*, 2, 18-21.

20 Оразбаева, ГК, Москаленко, ВМ, Дюсибаева, ЭН, Швидченко, ВК. (2013). Селекция сортов картофеля диетического и лечебного назначения – проблемы и перспективы. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина*, 1(76), 3-9.

21 Ермаков, АИ, Арасимович, ВВ, Ярош, НП, и др. (1987). Методы биохимического исследования растений. *Агропромиздат*, 429.

22 Уикем, Х., Гроулмунд, Г. (2018). Язык R в задачах науки о данных: импорт, подготовка, обработка, визуализация и моделирование данных. *ООО «Диалектика»*, 578.

23 Усманов, РР. (2020). *Статистическая обработка данных агрономических исследований в программе «STATISTICA»*. Учебно-методическое пособие. РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 177.

24 Сыса, АГ, Живицкая, ЕП. (2018). *Статистический анализ в биологии и медицине*. Учебно-методическое пособие, 140.

25 Nourian, F., Ramaswamy, H., Kushalappa, AC. (2003). Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *LWT - Food Science and Technology*, 36, 49-65. DOI: 10.1016/S0023-6438(02)00174-3.

26 Сердюков, ВА. (2021). Определение факторов, влияющих на изменение биохимических веществ в клубнях картофеля за период длительного хранения. *Картофелеводство и овощеводство*, 29, 114-120.

27 Назирова, РМ, Усмонов, НБ, Сулаймонов, РИ. (2020). Изменение химического состава клубней картофеля в процессе хранения. *Проблемы современной науки и образования*, 6, 19-22.

28 Симаков, ЕА, Митюшкин, Алей, В, Митюшин, Алдр, В, Журавлев, АА, (2016). Современные требования к сортам картофеля различного целевого использования. *Достижения науки и техники АПК*, 30(11), 45-48.

29 Синцова, НФ, Сергеева, ЗФ. (2014). Исходный материал для селекции высококрахмалистых сортов картофеля в условиях Волго-Вятского региона. *Аграрная наука Евро-Севера-Востока*, 5(42), 9-12.

30 Mohammed, W. (2016). Specific Gravity, Dry Matter Content, and Starch Content of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties Cultivated in Eastern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 10(2), 87-102.

31 Gins, EM, Moskalev, EA., Polivanova, OB, et. al. (2020). Antioxidant contents in potato cultivars from the collection of Russian Potato Research Center. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 15(3), 242-252. DOI: 10.22363/2312-797X-2020-15-3-242-252.

References

1 Brown, CR, Culley, D., Bonierbale, M., Amoros, W. (2007). Anthocyanin, carotenoid content and antioxidant values in Native South American Potato Cultivars. *Hortscience*, 42, 1733-1736. DOI: 10.21273/HORTSCI.42.7.1733.

2 Chaves-Silva, S., Santos, AL, Chalfun-Júnior, A., Zhao, J., Peres, LE, Benedito, VA. (2018). Understanding the genetic regulation of anthocyanin biosynthesis in plants—tools for breeding purple varieties of fruits and vegetables. *Phytochemistry*, 153, 11-27. DOI: 10.1016/j.phytochem.2018.05.013.

3 Akyol, H., Riciputi, Y., Capanoglu, E., Caboni, MF, Verardo, V. (2016). Phenolic compounds in the potato and its byproducts: an overview. *International Journal of Molecular Sciences*, 17(6), 835-854. DOI: 10.3390/ijms17060835.

4 Shahidi, F., Ambigaipalan, R. (2015). Phenolics and polyphenolics in foods, beverages and spices: Antioxidant activity and health effects. *Journal of Functional Foods*, 18, 820-897. DOI: 10.1016/j.jff.2015.06.018.

5 Nikolaeva, OV. (2023). Sravnitel'naya ocenka sortov kartofelya s okrashennoi myakot'yu *Vestnik Kurskoi gosudarstvennoi sel'skohozyajstvennoj akademii*, 1, 68-74. [in Russ].

6 Chalishkan, MA, Bakhsh, A., Jabran, K. (2023). World Potato Production. *Academic Press*, 411. DOI: 10.1016/B978-0-12-822925-5.00027-X.

- 7 Polivanova, OB, Gins, EM. (2019). Antioksidantnaya aktivnost' pigmentirovannogo kartofelya (*Solanum tuberosum* L.), sodержanie antocianov, ih biosintez i fiziologicheskaya rol'. *Ovoshchi Rossii*, 6, 84-90. DOI: 10.18619/2072-9146-2019-6-84-90. [in Russ].
- 8 Kiru, SD, Meleshin, AA, Apshev, HH. (2016). I vkus, i cvet. *Sel'skohozyaistvennye vesti*, 1, 14-16. [in Russ].
- 9 Tajkov, VV, Udovickii, AS, Ekaterinskaya, EM. (2018). Ocenka novykh sortov i gibridov kartofelya otechestvennoj i zarubezhnoi selekcii v pitomnike ekologicheskogo sortoispytaniya v Kostanajskom NIISH za 2015-2017 gg. 3i: *intellect, idea, innovation - intellekt, ideya, innovaciya*, 1, 89-93. [in Russ].
- 10 Kozlov, VA. (2014). Sozdanie iskhodnogo materiala kartofelya s cvetnoi myakot'yu klubnei. *Kartofelevodstvo*, 22, 29-34. [in Russ].
- 11 Ministerstvo sel'skogo hozyaistva Respubliki Kazakhstan. (2023). Gosudarstvennyj reestr selekcionnykh dostizhenii, rekomenduemykh k ispol'zovaniyu v Respublike Kazakhstan. *V redakcii prikaza Ministra sel'skogo hozyajstva RK ot 03.04.2020 №112*. [in Russ].
- 12 Madiwale, GP, Reddivari, L., Holm, DG, Vanamala, J. (2011). Storage Elevates Phenolic Content and Antioxidant Activity but Suppresses Antiproliferative and Proapoptotic Properties of Colored-Flesh Potatoes against Human Colon Cancer Cell Lines. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(15), 8155-8166. DOI: 10.1021/jf201073g.
- 13 Strygina, KV, Hletkina, VK. (2017). Sintez antocianov u kartofelya (*Solanum tuberosum* L.): Geneticheskie markery dlya napravlenno go otbora. *Sel'skohozyaistvennaya biologiya*, 52(1), 37-49. DOI: 10.15389/agrobiology.2017.1.37rus. [in Russ].
- 14 Gins, EM, Moskalev, EA, Polivanova, OB, Mityushkin, AV, Simakov, EA. (2020). Ocenka sodержaniya veshchestv s antioksidantnoi aktivnost'yu v obrazcah kartofelya kollekcii iskhodnykh roditel'skikh form Federal'nogo issledovatel'skogo centra kartofelya imeni A.G. *Vestnik Rossijskogo universiteta družby narodov*, 15(3), 242-252. DOI: 10.22363/2312-797X 2020-15-3-242-252. [in Russ].
- 15 Molyavko, AA, Maruhlenko, AV, Borisova, NP, Belous, NM, Torikov, VE. (2021). Priemy snizheniya virusnoj infekcii na semennom kartofele. *Vestnik Bryanskoi gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii*, 1(83), 15-23. DOI: 10.52691/2500-2651-2021-87-5-15-22. [in Russ].
- 16 Anisimov, BV, Belov, GL, Varicev, YuA, i dr. (2009). Zashchita kartofelya ot boleznei, vreditelej i sornyakov. *Kartofelevod*, 272. [in Russ].
- 17 Hlestkina, EK, Shumnyi VK, Kolchanov, NA. (2016). Markyor-orientirovannaya selekciya i primery eyo ispol'zovaniya v mirovom kartofelevodstve. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 30(10), 5-8. [in Russ].
- 18 Aitbaeva, AT, Aitbaev, TE. (2014). Zashchita rastenii kartofelya ot vrednykh organizmov v sis-teme kapel'nogo orosheniya na yugo-vostoke Kazahstana. *Selekciya i semenovodstvo ovoshchnykh kul'tur*, 45, 60-69. [in Russ].
- 19 Sharipova, DS, Aitbaev, TE. (2017). Porazhennost' gribnymi zabolevaniyami i produktivnost' kartofelya v zavisimosti ot sevooborota i fungicidov v usloviyah yugo-vostoka Kazahstana. *Nauchnoprakticheskii zhurnal Zashchita kartofelya*, 2, 18-21. [in Russ].
- 20 Orazbaeva, GK, Moskalenko, VM, Dyusibaeva, EN, Shvidchenko, VK. (2013). Selekciya sortov kartofelya dieticheskogo i lechebnogo naznacheniya – problemy i perspektivy. *Vestnik nauki Kazahskogo agrotekhnicheskogo universiteta im. S. Seifullina*, 1(76), 3-9. [in Russ].
- 21 Ermakov, AI, Arasimovich, VV, Yarosh, NP, i dr. (1987). Metody biokhimicheskogo issledovaniya rastenij. *Agropromizdat*, 429. [in Russ].
- 22 Uikem, H., Groulmund, G. (2018). Yazyk R v zadachah nauki o dannyh: import, podgotovka, obrabotka, vizualizaciya i modelirovanie dannyh. *ООО «Dialektika»*, 578. [in Russ].
- 23 Usmanov, RR. (2020). *Statisticheskaya obrabotka dannyh agronomicheskikh issledovanii v programme «STATISTICA»: uchebno-metodicheskoe posobie*. RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva, 177. [in Russ].
- 24 Sysa, AG, Zhivickaya, EP. (2018). *Statisticheskii analiz v biologii i medicine. Uchebno-metodicheskoe posobie*, 140.

25 Nourian, F., Ramaswamy, H., Kushalappa, AC. (2003). Kinetics of quality change associated with potatoes stored at different temperatures. *LWT - Food Science and Technology*, 36, 49-65. DOI: 10.1016/S0023-6438(02)00174-3.

26 Serdyukov, VA. (2021). Opredelenie faktorov, vliyayushchih na izmenenie biohimicheskikh veshchestv v klubnyah kartofelya za period dlitel'nogo. *Kartofelevodstvo i ovoshchevodstvo*, 29, 114-120. [in Russ].

27 Nazirova, RM, Usmonov, NB, Sulaimonov, RI. (2020). Izmenenie himicheskogo sostava klubnei kartofelya v processe hraneniya. *Problemy sovremennoj nauki i obrazovaniya*, 6, 19-22. [in Russ].

28 Simakov, EA, Mityushkin, Al-ej V, Mityushin, Al-dr V, Zhuravlev, AA, (2016). Sovremen-nye trebovaniya k sortam kartofelya razlichnogo celevogo. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 30(11), 45-48. [in Russ].

29 Sincova, NF, Sergeeva, ZF. (2014). Iskhodnyu material dlya selekcii vysokokrahmalistykh sor-tov kartofelya v usloviyah Volgo-Vyatskogo regiona. *Agrarnaya nauka Evro-Severa-Vostoka*, 5(42), 9-12. [in Russ].

30 Mohammed, W. (2016). Specific Gravity, Dry Matter Content, and Starch Content of Potato (*Solanum tuberosum* L.) Varieties Cultivated in Eastern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 10(2), 87-102.

31 Gins, EM, Moskalev, EA, Polivanova, OB, et. al. (2020). Antioxidant contents in potato cultivars from the collection of Russian Potato Research Center. *RUDN Journal of Agronomy and Animal Industries*, 15(3), 242-252. DOI: 10.22363/2312-797X-2020-15-3-242-252.

Қостанай облысы жағдайында пигментті түйнек целлюлозасы бар картоптың жаңа сорттары мен селекциялық үлгілерін салыстырмалы бағалау

Хасанов В.Т., Екатеринбургская Е.М., Сидорик А.И., Удовичкий А.С.,
Рогозина Е.В., Семейкин В.И.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бұл мақалада Қостанай облысының "Тэрра" ШҚ картоп өсіру шаруашылығындағы отандық және шетелдік картоп селекциялық материалының сорттық сынағының нәтижелері келтірілген. Вируссыз коллекцияларды құру, жалпы отырғызу материалын әзірлеу селекцияға түрлі-түсті түйнекті картоптарды енгізуге және Қазақстандағы картоптың алғашқы тұқым шаруашылығы үшін табысты бастама, сонымен қатар коммерцияландыру үшін дайын шешім болмақ. Зерттеудің мақсаты: Қостанай облысы жағдайында картоптың түрлі-түсті түйнекті сорттары мен гибридтердің отандық және шетелдік селекцияларын бағалау және перспективалы картоп үлгілерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. 2024 жылға арналған фенологиялық бақылау, вирустармен зақымдануы, өнімнің шығындылығы мен құрылымын есепке алу, құрамындағы крахмал, құрғақ зат және С дәрумені бойынша зерттеулер жүргізілген.

Нәтижелер. Жоғары өнімділік көрсеткіштері белгіленген картоптың Colomba сорты - 57 т/га және 18-7-1 селекциялық үлгіде - 54 т/га жетті. Олюшка селекциялық үлгіде өнімділігі 32,4 т/га көрсетіп, Рэд Роуз (St) түрлі түсті түйнекті сорттан 4,6 т/га асып түсті, бірақ Киру сортынан (St) 2,1 т/га төмен болды. Түйнектері күлгін түсті Black Beauty және Xisen 8 сорттары ең аз өнімділікті көрсетті, яғни 17,0 т/га және 16,1 т/га, олар бір мезгілде пісетін топтардағы стандартты сорттардан – Gala (49,9 т/га) және Рэд Роуз (27,8 т/га) айтарлықтай төмен болды.

Картоптың Киру, Black Beauty, Gala, Colomba, Xisen 1, Xisen 6 сорттары және 18-7-1 және Олюшка селекциялық үлгілері жоғары тауарлық қабілеттілігімен (99-100%) және қалдықтардың аз болуымен сипатталды. Крахмалдың ең көп мөлшері түрлі-түсті түйнекті Травник сортында - 17,71%-ды және 18-7-1 селекциялық үлгіде - 17,46%-ды көрсетті. Олюшка мен Танюша селекциялық үлгілері және Black Beauty, Xisen 6, Xisen 1, Gala сорттары құрамында крахмалдың ең аз мөлшері 9,88-12,73% анықталды.

Қорытынды. 2024 жылы Қостанай облысының топырақ-климаттық жағдайында Xisen 1 сорты және Олюшка селекциялық үлгісінде С дәруменінің мөлшері, түйнектерінің өнімділігі мен тауарлығы және құрамында крахмал мөлшерінің төмендігі бойынша ең перспективті болып танылды.

Кілт сөздер: картоп; сорт; селекциялық үлгі; түйнектер; түрлі-түсті түйнектері; крахмал.

Comparative assessment of new varieties and breeding lines of potatoes with pigmented tuber flesh in the conditions of Kostanay region

Vadim T. Khasanov, Ekaterina M. Yekaterinskaya, Alexander I. Sidorik,
Andrey S. Udovitsky, Elena V. Rogozina, Vladimir I. Semeykin

Abstract

Background and Aim. This article presents the results of variety testing of domestic and foreign potato breeding material at the “Terra farm”, a potato-growing enterprise of the Kostanay region. Establishing a virus-free collection and developing planting material can serve as a successful starting point for introducing colored potatoes into the breeding and primary seed production of potatoes in Kazakhstan. This would provide a ready-made solution for subsequent commercialization. The purpose of this research is to evaluate potato varieties and hybrids with pigmented flesh from domestic and foreign breeding programs in the Kostanay region and identify promising potato samples.

Materials and Methods. The phenological observations, virus infection assessment, yield accounting and structure, starch content, dry matter content, and vitamin C content for 2024 are presented.

Results. High yields were recorded for the Columba potato variety (57 t/ha) and the breeding line 18-7-1 (54 t/ha). Olyushka, with a yield of 32,4 t/ha, exceeded the Red Rose (St) colored pulp variety by 4,6 t/ha, but was inferior to the Kira (St) variety by 2,1 t/ha. The purple-fleshed varieties Black Beauty and Xisen 8 had the lowest yields at 17,0 t/ha and 16,1 t/ha, respectively, significantly below the standard varieties in their ripeness groups: Gala (49,9 t/ha) and Red Rose (27,8 t/ha).

Potato varieties Kira, Black Beauty, Gala, Columba, Xisen 1, Xisen 6 and breeding lines 18-7-1 and Olyushka were characterized by high marketability (99-100 %) and minimal waste generation.

The Travnik variety with colored pulp showed the highest amount of starch (17,71 %) followed by 18-7-1 (17,46 %). The lowest starch content was found in breeding lines Olyushka and Tanyusha and in varieties Black Beauty, Xisen 6, Xisen 1, and Gala (9,88-12,73 %).

Conclusion. The Xisen 1 variety and the Olyushka breeding line showed the greatest potential under the soil and climatic conditions of 2024 in the Kostanay region, based on a combination of indicators: productivity, tuber marketability, vitamin C content and low starch content. The Travnik variety and 18-7-1 breeding line were characterized by a high content of dry matter and starch.

Keywords: potato; tuber; starch; pigmented flesh; variety; breeding lines.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р.75-83. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1884

УДК 636.39(045)

Исследовательская статья

Результаты изучения роста и развития коз горноалтайской пуховой породы, разводимых в условиях северо-востока Казахстана

Шайкенова К.Х.¹ , Асанбаев Т.Ш.² , Сәденова М.К.¹ , Ибраев Д.К.¹ ,
Назарова Л.М.¹ , Айсар М.Е.¹ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина
Астана, Казахстан,

²Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

Автор корреспонденции: Шайкенова К.Х.: e-mail: mika-letto@mail.ru;

Соавторы: (1: ТА) asanbaev.50@mail.ru; (2: МС) m_sadenova@mail.ru;

(3: ДИ) ibrayev-dulat@mail.ru; (4: ЛН) laukanaz@bk.ru (5: МА) mika24.06.2005@gmail.com

Получено: 01-04-2025 **Принято:** 12-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылка и цель. Рост и развитие коз и факторы, влияющие на эти процессы, важны, поскольку это влияет на эффективность производства и в целом на качество продукции козоводства. Цель данного исследования изучить рост и развитие коз горноалтайской породы в разрезе половозрастных групп в условиях хозяйства ТОО «Агрофирма Акжар-Өндіріс» Павлодарской области.

Материалы и методы. Объектом исследования служили козы горноалтайской пуховой породы. Изучение показателей роста и развития исследуемых коз проводили по общепринятым методикам зоотехнии. Проведены исследования по изучению роста и развития экстерьера коз визуально и взятия основных промеров мерной лентой, мерной палкой и вычислением индексов телосложения коз, а также проводили взвешивание коз с определением живой массы на электронных весах с определением среднесуточных, абсолютных и относительных приростов коз.

Результаты. Поголовье коз в хозяйстве составляет более 5855 голов, в т.ч. козлы-производители - 5,17%, козоматки - 55,1%, переярки-козочки и козочки годовалые, соответственно 3,26 - 18,8%. Живая масса коз и козлов в возрасте 2-2,5 года составила в среднем 38,5 кг и 46,9 кг, у взрослых коз и козлов, соответственно - 47,3 кг и 72,1 кг. Экстерьерные показатели коз определяли визуально, путем взятия промеров и вычисления индексов телосложения. Индексы телосложения показали, что по индексу массивности козы 2,5 года и козлы в 4 года имели показатели 138,04% и 142,14% соответственно.

Все изученные показатели роста и развития коз соответствуют стандарту горноалтайской пуховой породы коз.

Закключение. Исследовательская работа по изучению роста и развития коз горноалтайской пуховой породы была проведена в ТОО «Акжар-Өндіріс» Павлодарской области в рамках грантового научного проекта «Трансферт инновационных технологий и внедрение эффективных способов производства продукции козоводства». Здесь следует отметить, что исследования проводились в условиях резкой континентальности климатических условий хозяйства, т.е. при продолжительной и холодной зиме (5-5,5 мес.) жаркой и короткой летнего сезона (3 мес.). Среднегодовое количество осадков в регионе колебалось от 200 до 310 мм. Основной растительностью пастбищ хозяйства - это растительность сопков, горных склонов на каштановых почвах. В частности, в хозяйстве распространены типчаковые, ковыльно-полынно-типчаковая,

караганно-полосно-типчаксовая и ковыльно- растительная ассоциация, средняя урожайность которых составляет 8,5-5,5 ц/га сухой массы. Следовательно, из характеристики землепользования видно, что ТОО АФ «Ақжар-Өндіріс» является животноводческого направления, которая базируется на использовании естественных кормовых угодий. Результаты научного исследования показывают, что направление и показатели изучения роста и развития коз, разводимые в условиях данного хозяйства, соответствуют стандарту горноалтайской пуховой породы коз.

Ключевые слова: козы; экстерьер; живая масса; прирост; промеры телосложения.

Введение

Козоводство - одно из наиболее доходных направлений отрасли животноводства. К продукции козоводства относятся: мясо, молоко, шерсть, пух и шкуры. Основное достоинство коз заключается в их высокой приспособляемости к разным природно-климатическим условиям [1].

Развитие отрасли козоводства предопределяется наличием в республике значительных площадей труднодоступных горных (7,2 млн га) и каменистых (18,2 млн га) пастбищ, использование травостоя которых обеспечивается при содержании коз, а также повышением потенциальной возможности страны в увеличении производства продукции козоводства [2]. поголовье коз Казахстана представлено в основном козами советской шерстной породы и казахскими грубошерстными козами комбинированного направления продуктивности, а также частично помесными козами молочного и пухового направлений продуктивности [2, 3].

В странах Европы козоводство развивается интенсивными темпами на основе использования современных технологий (в том числе автоматизированное доение коз, переработка полученного сырья и т.д.). В европейских странах доля козьего молока составляет около 30% от общего количества производимого молока, а в арабских странах оно достигает 50% и более. Стабильно развивается козоводство во Франции на основе кооперации ферм и предприятий по переработке козьего молока, мяса, шерсти, шкур и пуха. Молодая козлятина по качеству, питательности и полноценности мяса превосходит говядину, свинину и баранину. Внутренний козий жир используют как лечебное средство при простудах и заболеваниях легких [4].

Отрасль козоводства широко развита во всех европейских странах, США, Канаде, Австралии, России. Особенно, развита во Франции, Голландии, Чехии, Новой Зеландии, где широко используют информационные системы управления стадом мелкого рогатого скота. Также отрасль козоводства развита в странах Европы и Средиземноморья. Потребление продукции козоводства является частью европейской культуры питания [5]. В мире насчитывается около 236 пород и свыше 1 млрд. Коз, и за последние четыре десятилетия поголовье коз увеличилось в вдвое, из них (%): в Азии - 43,7; Европе 40,2; Африке - 11,9, Америке и Океании - 4,2. По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций, более 90% коз разводят в развивающихся странах. По направлению продуктивности породы коз распределяется в следующем образом (%): молочные - 34,7; мясные - 12,7; пуховые - 8,1; шерстные - 3,4; мясо-шерстные и шерстно-мясные - 8,5; мясо-шерстно-молочные - 8,9; молочно-мясные - 18,6; мясо-коже-вьючные - 2,6 и шкурковые - 2,1 [6].

Развитие отрасли козоводства в Казахстане позволит сделать данную отрасль более эффективной и обеспечит население диетической продукцией козоводства. В связи с этим, проведение исследований по трансферу инновационных технологий и внедрению эффективных способов производства продукции козоводства с применением программных, цифровых и платформенных решений, направленных на создание стад перспективного козоводства в Казахстане имеет актуальное значение.

Следовательно, на основе изучения показателей роста и развития коз в частности горноалтайской пуховой породы следует установить возможность в разведения их в условиях Северо-восточного Казахстана, так как данная порода коз отличается высоким показателям живой массы и пуха среди коз, т.е. разведение коз данной породы и использование их для скрещивания на местных козах является весьма актуальной.

Материалы и методы

В данной статье представлен фрагмент исследований роста и развития разных половозрастных групп коз горноалтайской пуховой породы в базовом хозяйстве ТОО «Агрофирма Акжар-Өндіріс» Павлодарской области, расположенной координатам N 50° 47'18.3" В 76° 55'53.0".

Проводили исследования по изучению экстерьерных показателей и продуктивности исходного стада в разрезе половозрастных групп. Показателей роста и развития исследуемых коз проводили по методике, приведенной в источнике *А.М. Омбаева, Н.А. Жазылбекова* и др. [7]. Исследования по изучению роста и развития коз путем оценки экстерьера коз проводили визуально, т.е. взятия основных промеров осуществлены мерной лентой, мерной палкой и вычислением индексов телосложения коз по общепринятой методике, а также проводень взвешивание коз с определением живой массы на электронных весах, с определением среднесуточных, абсолютных и относительных приростов коз.

Основной цифровой материал, полученный в ходе исследований, обработан методом вариационной статистики по *А.В. Крючкову* и *И.В. Маракулину* [8] и программы R-Studio, с определением достоверности по t-критерий Стьюдента, с помощью пакета прикладных программ SPSS for Windows.

Результаты и обсуждение

Козы горноалтайской пуховой породы отличаются крепкой конституцией и приспособленностью к суровым условиям круглогодичного пастбищного содержания как в равнинной, так и в горной местности.

Важными показателями характеристики стада животных является структура стада.

На конец 2024 года в хозяйстве поголовье коз составило 5855 голов, в т.ч. козлов-производителей 303 голов или 5,17%, козаматок 3227 голов или 55,1%, переярки-козочки и козочки годовалые, соответственно 191 - 1099 голов или 3,26 - 18,8% (таблица 1).

Таблица 1 – Структура стада коз

Половозрастная группа	голов	%
Козлы-производители старше года (основные и резервные)	303	5,17
Козлики-годовики, отобранные для ремонта стада	139	2,37
Козлики-годовики для продажи	896	15,3
Козоматки взрослые	3227	55,1
Переярки- козочки	191	3,26
Козочки-годовики	1099	18,8
Итого	5855	100

Из таблицы 1 видно, что количество козаматок в стаде составляет 55,1%, что является удовлетворительным показателем.

У коз горноалтайской пуховой породы наблюдаются довольно высокая живая масса, благодаря способности их к быстрому нагулу в летний период. Нами установлены живая масса коз горноалтайской пуховой породы разных половозрастных групп. Следовательно были проведены взвешивания коз разных половозрастных групп, результаты которых представлены в таблице 2. При взвешивании определялась живая масса коз и козлов казахской горноалтайской породы разного возраста.

Таблица 2 – Живая масса коз горноалтайской пуховой породы, кг

Пол	Возраст				
	При рождении	4-4,5 месяца	1-1,5 года	2-2,5 года	Взрослые
Козы горноалтайской породы	2,34±0,06	15,80±0,07	34,81± 0,13	38,50±0,09	47,3±0,07
Козлы горноалтайской породы	2,91±0,09	17,07±0,07	39,84±0,15	46,9±0,11	72,1±0,23
Козы казахской грубошерстной породы	2,48±0,03*	16,83±0,30*	34,20±00,36*	-	-
Козлы казахской грубошерстной породы	2,70±0,03*	18,47±0,30*	38,1±0,40*	-	-

*Данные по Д.Ыскак; Л.С. Комардина и М. Омарова [9]

По результатам взвешивания живая масса коз и козлов в возрасте 1-1,5 года варировала в пределах от 34,81 кг до 39,84 кг, и у взрослых коз и козлов - соответственно от 47,3 кг до 72.1 кг. Общий анализ данных живой массы показывает, что козы горноалтайской пуховой породы хозяйства соответствуют стандарту этой породы. Также следует отметить, что показатели живой массы коз в данном возрасте уступают показателям живой массы местных казахских грубошерстных коз [9].

В благоприятных условиях кормления и содержания молодняк интенсивно растет и развивается в раннем возрасте. Результаты изучения показателей роста в т.ч. абсолютного, среднесуточного и относительного прироста разных половозрастных групп коз горноалтайской пуховой породы приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Показатели роста коз горноалтайской пуховой породы

Возраст	Пол	Живая масса, кг	Абсолютный прирост, кг	Среднесуточный прирост, г	Относительный прирост, %
При рождении	♀	2,34±0,06	-	-	-
	♂	2,91±0,09	-	-	-
4-4,5 месяца	♀	15,80±0,07	13,46±0,13	112,2±0,13	148
	♂	17,07±0,07	14,16±0,16	118,0±0,16	142
1-1,5 года	♀	24,81± 0,13	9,01±0,2	37,5±0,2	44
	♂	29,84±0,15	12,77±0,22	53,2±0,22	27
2-2,5 года	♀	33.50±0,09	8,69±0,22	24,1±0,22	30
	♂	46.9±0,11	17,06±0,26	47,3±0,26	44
Взрослые	♀	47.3±0,07	13,8±0,16	19,1±0,16	34
	♂	72.1±0,23	25,2±0,34	35,0±0,34	42

Основным показателем интенсивности роста является среднесуточный прирост живой массы. Молодняк горноалтайской пуховой породы коз показал интенсивность роста до 4-4,5-месячного возраста, то есть среднесуточный прирост живой массы в этом возрасте составил 112,2 г у козочек, 118,0 г у козчиков и относительный прирост, соответственно, 148 и 142%.

А у местных казахских грубошерстных коз в возрасте 6 месяцев эти показатели находились в пределах 99,16 г и 65,70%.

По мере увеличения возраста наблюдается уменьшение данного показателя.

Следовательно, и по показателям скорости роста козы горноалтайской пуховой породы, также почти не уступает скорости роста молодняка местной казахской грубошерстной породы коз.



А

Б

Рисунок 1 – Взятие промеров статей тела коз:

А – высота холки, Б – обхват груди

Для оценки показателей статей тела коз горноалтайской пуховой породы были взяты промеры статей тела у коз и козлов-производителей разного возраста (рисунок 1, таблица 4).

Таблица 4 – Основные промеры статей тела коз горноалтайской пуховой породы

Промеры, см	Козы, 2,5 года, n=30		Козлы, 2,5 года, n=30		Взрослые козлы, 4 года, n=30	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Высота в холке	59,3±0,53	4,87	68,5±0,82	6,58	70,3±0,75	7,21
Высота в крестце	62,5±0,58	5,02	70,7±0,63	6,16	72,0±0,86	6,89
Косая длина туловища	62,7±0,61	5,45	72,3±0,64	4,22	73,7±0,54	5,42
Ширина груди за лопатками	20,9±0,22	3,12	27,2±0,18	3,56	31,7±0,31	4,05
Глубина груди за лопатками	40,8±0,32	3,57	38,5±0,36	4,85	50,0±0,44	5,16
Обхват груди	81,7±0,44	4,62	86,0±0,52	3,56	100,0±0,85	7,83
Обхват пясти	8,4±0,05	5,62	9,7±0,10	5,23	10,7±0,11	4,68

Экстерьерные показатели коз определяли визуально, с помощью взятия промеров и вычисления индексов телосложения. Так согласно данным таблицы 4, высота в холке коз в 2,5 годичном возрасте составила 59,3 см, козлов в 2,5 года – 68 см, а взрослых козлов в 4 года - 70,3 см. Обхват груди у взрослых козлов составил 100 см, у 2,5-годичных козлов этот показатель составил 86 см. По результатам взятых промеров были вычислены индексы телосложения коз и козлов-производителей разного возраста (таблица 5).

Таблица 5 - Индексы телосложения коз и козлов-производителей горноалтайской пуховой породы, %

Наименование индексов	Козы, 2,5 года, n=30		Козлы, 2,5 года, n=30		Козлы, 4 года, n=30	
	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %	M±m	Cv, %
Высоконогости	30,86±0,51	3,26	43,1±0,71	7,65	28,93±0,62	5,06
Растянутости	105,39±0,62	5,06	106,4±0,85	7,52	107,74±0,65	6,56
Компактности	130,67±0,55	6,12	106,9±1,12	8,37	136,04±0,45	6,17
Массивности	138,04±0,35	7,22	113,8±0,68	7,58	142,14±0,59	7,02
Грудной	51,46±0,11	5,58	73,5±0,74	6,21	63,49±0,44	5,29
Костистости	14,23±0,04	4,06	14,2±0,16	3,59	15,17±0,12	5,25

Согласно данным таблицы 5, индексы телосложения коз показали, что по индексу массивности козы 2,5 года и козлы в 4 года имели показатели 138,04% и 142,14% соответственно, что на 25 и 29% выше, чем у козлов в 2,5 года. По индексу компактности коз наблюдаются такие же тенденции. В целом, показатели индексов телосложения коз соответствуют требованиям стандарта коз горноалтайской пуховой породы.

Результаты ранее проведенных исследований показывают, что козы горноалтайской породы молодом и годовалом возрасте по росту и развитию в условиях ТОО «Ақжар Өндіріс» не уступают сверстникам коз по местной казахской грубошерстной породе. По мнению авторов, адаптивные и продуктивные качества горноалтайской пуховой породы коз свидетельствует, что резкая перемена климата и кормовых условий не повлияли на дальнейший рост и развитие коз горноалтайской пуховой породы [9].

По мнению ряда ученых, в настоящее время для людей с ограниченными ресурсами козы являются одним из самых популярных и полезных видов домашних животных. Из-за относительно незначительного влияния на климат, поскольку козы выделяют меньше метана, чем другие виды домашнего скота, т.е. разведение коз становится действительно важным видом животных [10].

Заклучение

Исследовательская работа по изучению роста и развития коз горноалтайской пуховой породы была проведена в ТОО «Ақжар-Өндіріс» Павлодарской области в рамках грантового научного проекта «Трансферт инновационных технологий и внедрение эффективных способов производства продукции козоводства». Здесь следует отметить, что исследования проводились в условиях резкой континентальности климатических условий хозяйства, т.е. при продолжительной и холодной зиме (5-5,5 мес.) жаркой и короткой летнего сезона (3 мес.). При том, среднегодовое количество осадков колебалось от 200 до 310 мм. Основная растительность пастбищ хозяйства - это растительность сопок, горных склонов на каштановых почвах. В частности, в хозяйстве распространены типчаковые, ковыльно-полынно-типчаковые, караганно-полосно-типчаковые и ковыльно-растительная ассоциация, средняя урожайность которых составляет 8,5-5,5 ц/га сухой массы (14,16). Следовательно, из характеристики землепользования видно, что ТООАФ «Ақжар-Өндіріс» животноводческого направления, которое базируется на использовании естественных кормовых угодий. Результаты научного исследования, направленные на изучение роста и развития коз, разводимые в условиях данного хозяйства, соответствуют стандарту коз горноалтайской пуховой породы. В частности, установлено, что поголовье коз в базовом хозяйстве составляет 5855 голов, в т.ч. козлы-производители - 303 голов или 5,17%, козوماتки - 3227 голов или 55,1%, переряжки-козочки и козочки годовалые, соответственно 191-1099 голов, или 3,26-18,8%.

Результаты изучения показателей роста и развития коз путем определения живой массы, среднесуточного, абсолютного прироста и т.д. показали, что живая масса коз и козлов в возрасте 2-2,5 года составляет 38,5 кг и 46,9 кг, у взрослых коз и козлов - соответственно - 47,3 кг и 72,1 кг. Показатели среднесуточного прироста в возрасте 4-4,5 лет составили 112,2 г у козочек, 118,0 г у козчиков и относительный прирост, соответственно 148 и 142%, что соответствует

стандарту этой породы. Экстерьерные показатели коз были определены визуально, с помощью взятия промеров и вычисления индексов телосложения. Так высота в холке коз в 2,5 годичном возрасте составила 59,3 см, козлов в 2,5 года – 68,5 см, а взрослых козлов в 4 года - 70,3 см. Индексы телосложения показали, что по индексу массивности козы 2,5 года и козлы в 4 года имели показатели 138,04% и 142,14% соответственно, что на 25 и 29% выше, чем у козлов в 2,5 года.

Результаты исследования, направленные на изучение роста и развития коз горноалтайской пуховой породы, показали, что по этим показателям они не уступают козам казахской породы, что наряду с разведением коз местной казахской грубошерстной породы позволяет рекомендовать разводит коз горноалтайской пуховой породы. В частности, в хозяйстве, где разводят коз горноалтайской пуховой породы, для увеличения производства продукции козоводства следует увеличить удельный вес козоматок до 65-70%, так как объем производства продукции напрямую зависит от количества козлят, получаемых от козоматок.

Вклад авторов

КХ: определение и постановка цели, разработка методологии исследования, анализ данных, всесторонний поиск литературы, написание основной части статьи. ТШ: общий надзор за исследованием, экспериментальная работа в хозяйстве, участие в анализе данных, корректировка и вычитка. МК: сбор и обработка данных, экспериментальная работа в хозяйстве, участие в анализе данных. ДК: экспериментальная работа в хозяйстве, сбор и обработка данных, оформление исследования, подготовка рукописи, отправка в редакцию. ЛМ: сбор и обработка данных, участие в анализе данных, обработка результатов. МА: экспериментальная работа в хозяйстве, статистическая обработка данных. Все авторы ознакомились и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках проекта AP23489140 «Трансферт инновационных технологий и внедрение эффективных способов производства продукции козоводства».

Список литературы

- 1 Федоров, АД, Кондратьева, ОВ, Слинько, ОВ. (2019). О перспективах цифровизации животноводства. *Journal of VNIIMZH*, 1(33), 127-131.
- 2 Джуринская, ИМ, Кенжебаева, ТЕ, Рахимова, СМ, Ниязбеков, БЖ. (2020). Перспективы развития пухового козоводства в Республике Казахстан. *Вестник Алматинского технологического университета*, 3, 5-8. DOI: 10.48184/2304-568X-2020-3-5-8.
- 3 Арынгазиев, С., Отыншиев, МБ, Ниязбеков, БЖ. (2016). Возможности развития пухового козоводства в Казахстане. *Известия вузов. Технология текстильной промышленности*, 5(365), 98-101.
- 4 Ансатбаев, ПА. (2019). Козоводство как перспективный вид животноводства. *Молодой ученый*, 33(271), 70-73.
- 5 Miller, BA, Lu, CD. (2019). Current status of global dairy goat production: An overview. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 32, 1219-1232. DOI: 10.5713/ajas.19.0253.
- 6 Mahendra, L., Dilip, B. (2021). The importance of goats in the world. *Professional Agricultural Workers Journal*, 6(2), 9-21.
- 7 Омбаев, АМ, Жазылбеков, НА, Калмагамбетов, МБ, Алимаев, ИИ, Мусабаев, БИ, Кулиев, ТМ, Карымсаков, ТН, Садык, БС. (2017). *Основы опытного дела в животноводстве и в пастбищном кормопроизводстве*. Asia Production Group, 200.
- 8 Крючков, АВ, Маракулин, ИВ. (2011). *Биометрия: учебное пособие*. Киров: Изд-во ВятГУ, 87.
- 9 Ыскак, ДР, Комардина, ЛС, Омаров ММ. (2019). Влияние скрещивания на продуктивность казахской породы коз местной популяции. *Вестник Инновационного Евразийского университета*, 3, 103-106.
- 10 Lu, CD, Miller, BA. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1244-1255.

References

- 1 Fedorov, AD, Kondrat'eva, OV, Slin'ko, OV. (2019). O perspektivah cifrovizacii zhivotnovodstva. FGBNU «Rosinformagrotekh» *Journal of VNIIMZH*, 1(33), 127-131.
- 2 Dzhurinskaya, IM, Kenzhebaeva, TE, Rahimova, SM, Niyazbekov, BZH. (2020). Perspektivy razvitiya puhovogo kozovodstva v Respublike Kazahstan. *Vestnik Almatinskogo tekhnologicheskogo universiteta*, 3, 5-8. DOI:10.48184/2304-568X-2020-3-5-8.
- 3 Aryngaziev, S., Otynshev, MB, Niyazbekov, BZH. (2016). Vozmozhnosti razvitiya puhovogo kozovodstva v Kazahstane. *Izvestiya vuzov. Tekhnologiya tekstil'noi promyshlennosti*, 5(365), 98-101.
- 4 Ansatbaev, PA. (2019). Kozovodstvo kak perspektivnyi vid zhivotnovodstva. *Molodoi uchenyi*, 33(271), 70-73.
- 5 Miller, BA, Lu, CD. (2019). Current status of global dairy goat production: An overview. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 32, 1219-1232. DOI: 10.5713/ajas.19.0253.
- 6 Mahendra, L, Dilip, B. (2021). The importance of goats in the world. *Professional Agricultural Workers Journal*, 6(2), 9-21.
- 7 Ombaev, AM, ZHazyzbekov, NA, Kalmagambetov, MB, Alimaev, II, Musabaev, BI, Kuliev, TM, Karymsakov, TN, Sadyk, BS. (2017). *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve i v pastbishchnom kormoproizvodstve*. Asia Production Group, 200.
- 8 Kryuchkov, AV, Marakulin, IV. (2011). *Biometriya: uchebnoe posobie*. Kirov: Izd-vo VyatGU, 87.
- 9 Ysraq, DR, Komardina, LS, Omarov MM. (2019). Vliyanie skreshchivaniya na produktivnost' kazahskoi porody koz mestnoi populyacii. *Vestnik Innovacionnogo Evraziiskogo universiteta*, 3, 103-106.
- 10 Lu, CD, Miller, BA. (2019). Current status, challenges and prospects for dairy goat production in the Americas. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 32(8), 1244-1255.

Қазақстанның солтүстік-шығысы жағдайында өсірілетін таулы Алтай түбітті тұқым ешкілерінің өсуі мен дамуын зерттеу нәтижелері

Шайкенова К.Х., Асанбаев Т.Ш., Сәденова М.Қ., Ибраев Д.К.,
Назарова Л.М., Айсап М.Е.

Түйін

Алғышарттар және мақсат. Ешкілердің өсуі мен дамуы және олардың өсу барысына әсер ететін факторлар маңызды, өйткені бұл өндіріс тиімділігіне және жалпы ешкі өнімдерінің сапасына тікелей әсер етеді. Орындалаған зерттеудің мақсаты Павлодар облысының «Ақжар-Өндіріс Агрофирмасы» ЖШС шаруашылық жағдайында жас және жыныстық топтарына байланысты таулы алтай түбітті тұқым ешкілерінің өсуі мен дамуын зерттеу.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу нысаны ретінде таулы алтай түбітті ешкі тұқымдары алынды. Зерттелген ешкілердің өсуі мен даму көрсеткіштерін зерттеу зоотехниялық жалпы қабылданған әдістемелері бойынша жүргізілді: ешкілердің сырт пішінін көзбен бағалау; негізгі өлшемдерді өлшеу таспасымен және өлшеу таяқшасымен өлшеу; ешкілердің дене бітімінің индекстерін сәйкес формулалармен есептеу арқылы ешкілердің өсуі мен дамуы зерттелді. Сондай-ақ, электрондық таразыларда тірі салмағы өлшеніп, орташа тәуліктік, абсолютті және салыстырмалы көрсеткіштерін анықтай отырып, тәжірибедегі ешкілердің өсуі мен дамуы зерттелді.

Нәтижелер. Шаруашылықтағы тәжірибе жүргізілген ешкілердің саны 5855 басты құрады, оның ішінде өндіруші текелер - 5,17%, аналық ешкілер - 55,1%, 2-2,5 жасар қашырылмаған-ешкілер мен бір жасар шыбыштар, тиісінше 3,26-18,8%. Сонымен, 2-2,5 жас аралығындағы ешкілердің орташа тірі салмағы 38,5 кг болса, текелері 46,9 кг, ал ересек ешкілер мен текелердің тірі салмағы сәйкесінше 47,3 кг және 72,1 кг құрады. Ешкілердің сыртқы экстерьерлік көрсеткіштері өлшеу және дене индекстерін есептеу арқылы анықталды. Дене индекстері, яғни массив индексі бойынша 2,5 жастағы ешкілер мен 4 жастағы текелердің көрсеткіштері 138,04% және 142,14% болды. Ал 2,5 жастағы текелер сәйкесінше 25 және 29% жоғары болғаны байқалды.

Қорытынды. Таулы алтай түбітті ешкілердің өсуі мен дамуының барлық зерттелген көрсеткіштері жергілікті қазақ қылшық жүнді ешкілерінің өсу көрсеткіштерінен кем болмады және таулы Алтай түбітті ешкі тұқымының стандартына сәйкес болды, сондықтан осы ешкі тұқымын Павлодар облысының «Ақжар өндіріс» ЖШС шаруашылығында әрі қарай өсіруге болатыны анықталды.

Кілт сөздер: ешкілер; экстерьер; тірі салмағы; өсім; дене өлшемдері.

Results of the study growth and development of goats of the mountain Altai downy breed, bred in the conditions of the north-east of Kazakhstan

Kymbat H. Shaikenova, Tolegen Sh. Assanbayev, Miram K. Sadenova,
Dulat K. Ibrayev, Laura M. Nazarova, Mali E. Aisar

Abstract

Background and Aim. The growth and development of goats, and the factors influencing these processes, are important determinants of production efficiency and the overall quality of goat-derived products. This research aimed to study the growth and development of Mountain Altai downy goats considering gender and age groups on the «Agrofirma Akzhar-Ondiris» LLP farm in the Pavlodar region.

Materials and Methods. The study focused on Mountain Altai downy goats. Their growth and development indicators were assessed using standard animal husbandry methods. The research was conducted to study the growth and development of goats by visually assessing their exterior, taking basic measurements with a measuring tape and measuring stick, calculating body indices and weighing the goats on electronic scales to determine live weight, including average daily, absolute and relative weight gains.

Results. The farm has over 5855 goats, including 5.17% stud bucks and 55.1% does. Yearling does and bucks make up 3.26% and 18.8% of the population, respectively. The average live weight of 2-to 2.5-year-old does and bucks was 38.5 kg and 46.9 kg, respectively. Adult does averaged 47.3 kg and adult bucks averaged 72.1 kg. Exterior characteristics were determined visually, through measurements and by calculating body condition indices. According to the massiveness index, 2.5-year-old does had a value of 138.04%, while 4-year-old bucks had a value of 142.14%.

Conclusion. All studied growth and development indicators of the Mountain Altai downy goats were comparable to those of local Kazakh goats and met the breed standard. Therefore it was concluded that this goat breed is suitable for continued breeding on the «Agrofirma Akzhar-Ondiris» LLP farm in the Pavlodar region.

Keywords: goats; exterior; live weight; gain; body measurements.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р.84-96. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1886

ЭОЖ 639.216.4

Зерттеу мақаласы

Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің (*Sander lucioperca*) морфобиологиялық сипаттамасы және қазіргі кездегі жағдайы

Аблайсанова Г.М. , Исбеков Қ.Б. , Сансызбаев Е.Т. , Аубакирова М.О. 

«Балық-шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы, Қазақстан

Корреспондент автор: Аблайсанова Г.М.: ablai_gulmira@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1: ИК) isbekov@mail.ru; (2: СЕ) sansyzbaev_erbol@mail.ru;
(3: МО) aubakirova@fishrpc.kz

Қабылданған күні: 01-02-2025 **Қабылданды:** 10-06-2025 **Жарияланды:** 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада Қапшағай суқоймасында тіршілік ететін көксерке популяциясының биологиялық көрсеткіштері, морфологиялық талдауы, абсолютті жеке тұқымдылығы (бұдан әрі - АЖТ), жастық құрамы мен кездесу жиілігі, ауланған ау көздеріне қатысты пайыздық көрсеткіштері, суқойма бойынша кеңістікте таралуы берілген.

Материалдар мен әдістер. Мәліметтер Қапшағай суқоймасында жиналды және өңдеу жұмыстары «Балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу орталығы» ЖШС ихтиология зертханасына жүргізілді. Морфологиялық талдауы Алакөл көліндегі көксеркемен салыстырмалы түрде, ал ұқсастығы кластерлік анализ негізінде жүргізілді.

Нәтижелер. Алынған мәліметтерге сүйенсек, аулауда 2 және 4 жас аралығындағы көксерке дарақтарының басым екенін көрсетеді (79,0%), аулау көрсеткіші бойынша көксеркенің ау көзі 30-40 мм ауға ең көп ауланғанын (50,8%) байқауға болады. Көксеркелердің кеңістікте таралуы бойынша алынған нәтижелер көрсеткендей, олар суқоймаға кеңінен таралған. Абсолютті жеке тұқымдылығының мәліметтері жасына қарай тұқымдылығы артатынын көрсетеді, 2024 ж. зерттеу кезінде көксеркенің АЖТ 309,0 мыңнан 801,3 мыңға дейін жеткен.

Қорытынды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде Қапшағай су қоймасындағы көксерке популяциясының жағдайы қанағаттанарлық екені анықталды. Ауланған көксеркелердің жастық құрамы 1-ден 11 жасқа дейін болды, оның ішінде 2-ден 4 жасқа дейінгі жастағы дарақтар басым (79,0%), ал аулауда ересек дарақтардың үлесі аз, шамамен 0,2-9,2%. Фултон бойынша қондылық коэффициенті 0,83-2,73 аралығында болды. Балықтардың жасынның ұлғайғанына қарай абсолюттік жеке тұқымдылығы артады. Зерттеу нәтижелеріне сәйкес көктемгі, жазғы және күзгі кезеңдерде көксерке Қапшағай суқоймасы бойынша кеңінен таралған, бұл су айдынынның көксеркенің өсуі мен дамуы үшін қолайлы екенін көрсетеді.

Кілт сөздер: көксерке; суқойма; морфобиологиялық көрсеткіштер; кеңістіктегі таралуы; шоғырлану; жастық құрамы.

Кіріспе

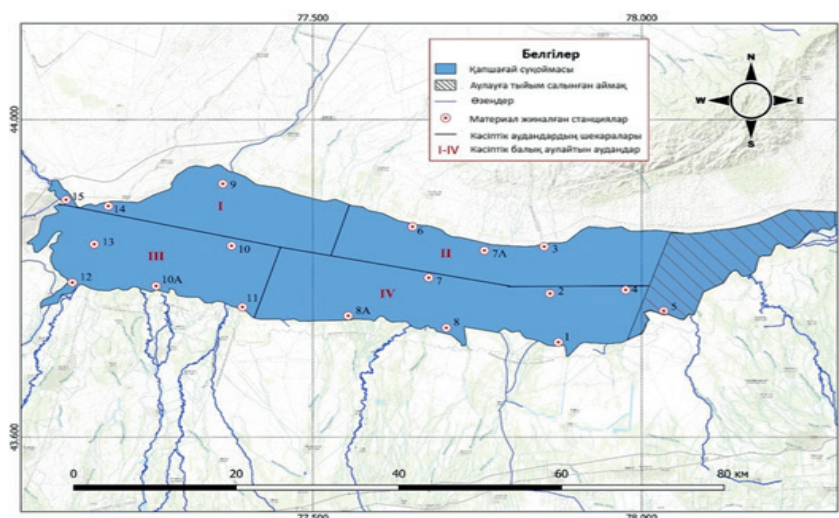
Көксерке алабұға (*Percidae Cuvier*, 1816) тұқымдасының ішінде нарықта сұранысы жоғары және кәсіптік тұрғыдан қарқынды ауланатын балықтардың бірі. Әдеби деректерге сүйенсек, Балқаш көліне көксерке балығы 1957-1959 жж. жерсіндірілді [1-5]. 1972-1973 жж. Іле өзенін Қапшағай СЭС бөгетімен бөгегеннен кейін, көксерке популяциясын жылдам құру мақсатында Іле өзенінің төменгі ағысынан су қоймаға қосымша шамамен 1270 дана көксерке жіберілген. Көксерке суқоймаға тез бейімделіп кетті және жібергеннен соң оның саны суқоймада жоғары болды және кәсіптік тұрғыдан сұранысы артып, қарқынды аулана бастады [6, 7]. Зерттеу мәліметтеріне сәйкес, Қапшағай суқоймасында көксеркенің аулау көрсеткіші өзгеріп отырған,

мысалы, 1974-1981 жж. аулау көрсеткіші шамамен 84,0-101,2 тоннаға дейін жетсе, 1982-1999 жж. ішінде аулау көрсеткіші төмендеп, орташа 21,7 т құрады [1], ал 2000 жылдан бастап көксеркенің аулау көрсеткіші жоғарылай бастады (32,6 т), 2005-2011 жж. аралығында көксеркенің ауланымы 72,3-102,9 тоннаға ауытқыды. Ал 2012-2022 жж. көксеркенің ауланымының көрсеткіші 29,0-98,7 т құрады. Ғылыми-зерттеу жұмыстары негізінде 2025-2026 жж. берілген шекті аулау мүмкіндігі (ШАМ) 135,0 тоннаға тең. «Жануарлар дүниесін қорғау, өсімін молайту және пайдалану туралы» 2004 жылғы 9 шілдедегі Қазақстан Республикасы Заңында келтірілген аулауға рұқсат етілген балық ресурстары мен басқа да су жануарларының кәсіпшілік мөлшеріне сәйкес Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің кәсіпшілік өлшемі 38,0 см құрайды [8]. Көксерке (*Sander lucioperca*) Балқаш-Алакөл бассейнінде (БАБ) жерсіндірілгеннен бері өз құнын жоғалтпаған балық, қазіргі таңда да кәсіптік балықтардың ішінде ол нарықта сұранысы жоғары болып саналады. Нарықта сұранысқа ие болуы көксеркенің шамадан тыс аулануына әкеп соғады. Кәсіптік тұрғыдан көптеп аулануы көксерке популяциясына кері әсерін тигізеді, нәтижесінде табиғи қоры азаюына әкеледі. Сол себепті, осы жұмыстың негізгі мақсаты болып саналатын көксерке популяциясына жан-жақты зерттеулер жүргізілуі тиіс, атап айтқанда: көксеркенің ұзындық-салмақтық, қондылық, тұқымдылық, аулау көрсеткіштері, суқойма бойынша кеңістікте таралуы.

Материалдар мен әдістер

Ғылыми-зерттеу жұмыстары Қапшағай суқоймасында жылдың төрт мезгілінде, алдын-ала белгіленген нақты 15 станцияда жүргізілді (1-сурет). Аулау үшін әрқайсысының ұзындығы 25 м (жалпы қабылданған норматив бойынша), биіктігі 3 м болатын 10 тізбекті құрма ау құрылды, ау көздері 16-80 мм болды. Аудан шығарылған балықтарға биологиялық талдау жұмыстары жүргізілді. Суқойма жағалауында балықтардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштері, гонадасының салмағы өлшенді және жынысы анықталды, алынған мәліметтер арнайы журналға енгізілді. Ары қарай тұқымдылығын анықтау үшін гонаданың бір бөлшегі алынды және морфологиялық талдауын жүргізу үшін балықтар тұтастай 4% формалин құйылған арнайы ыдысқа, ал жасын анықтау үшін қабыршағы кітапшаға салынды және материалдарға этикеткалар жабыстырылды. Зерттеу жұмыстары «Балық шаруашылығы ғылыми-зерттеу орталығы» ЖШС зертханасында жүргізілді. Балықтардың морфологиялық талдауы штангенциркуль арқылы өлшенді, жасын анықтау мен абсолютті жеке тұқымдылығын санау жұмыстары МБС-10 микроскопының және торсиондық таразының көмегімен орындалды.

Мәліметтерді жинау және өңдеу жұмыстары И.Ф. Правдин, Ә.А. Бәйімбет, А.Ф. Коблицкая, О.П. Стерлигова, Г.Ф. Лакин әдістемелері бойынша жүргізілді [9-13]. Мәліметтер жиналған станциялардың координаттары GPS навигациялық жүйесінің көмегімен, балықтардың ұзындық-салмақтық көрсеткіштері, жыныстарының ара қатынасы морфологиялық талдауы, кластерлік анализі Excel, PAST 4.07 бағдарламасының көмегімен, ал суқойма картасы мен балықтардың кеңістікте таралуы QGIS 3.34.3 бағдарламасын пайдалана отырып жасалды [14, 15].



1-сурет – Қапшағай суқоймасының сынама алған орындары, 2024 ж.

Нәтижелер және талқылау

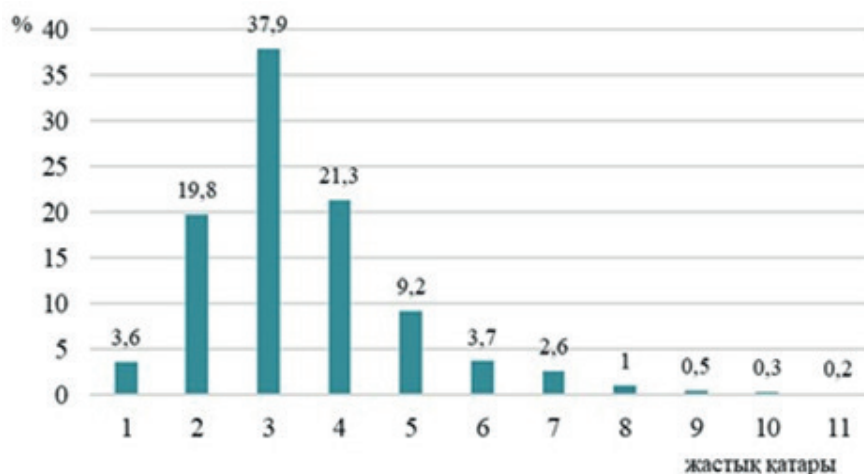
Қазіргі таңда Қапшағай суқоймасында кәсіптік балықтың 10 түрі тіршілік етеді. Атап айтсақ: тыран, сазан, ақмарқа, ақ дөңмаңдай, ақ амур, қаракөз, мөңке, жайын, көксерке, және жыланбасбалық. Жоғарыда атап өткендей, кәсіптік балықтардың ішінде көксерке нарықта сұранысы жоғары балықтың бірі болып табылады. Сол себепті мақаладағы зерттеу көксеркеге негізделген.

2024 ж. жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша Қапшағай суқоймасынан 884 дана көксерке балығы ұсталды. Ауланған көксеркелердің ұзындық-салмақтық көрсеткіштері 8,0-78,7 см және 12-8167 г аралығында болды. Фультон бойынша қоңдылық коэффициенттері 0,83-2,73, орташа көрсеткіштері 1,23 құрады (1-кесте).

1-кесте – Қапшағай суқоймасынан ауланған көксеркенің биологиялық көрсеткіштері, 2024 ж.

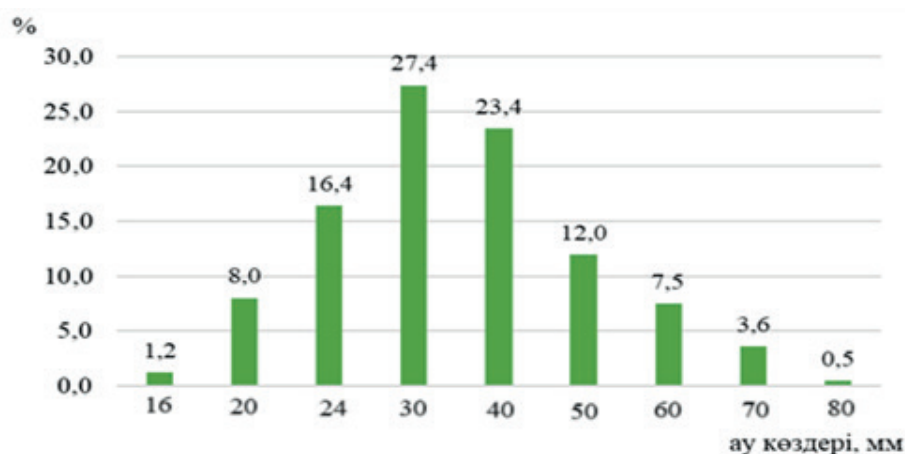
Жастық қатары	Ұзындығы, см	Салмағы, г	Фультон бойынша қоңдылығы	Саны, дана	%
1	<u>8,0 – 17,6</u> 13,1	<u>12,0 – 75</u> 44	<u>0,94-2,73</u> 1,46	32	3,6
2	<u>18,0 – 25,8</u> 23,3	<u>88 – 243</u> 158	<u>0,90-1,83</u> 1,23	175	19,8
3	<u>26,1 – 32,6</u> 29,1	<u>183 – 468</u> 302	<u>0,86-1,53</u> 1,21	335	37,9
4	<u>32,5 – 39,3</u> 35,2	<u>357 – 799</u> 523	<u>0,83-1,47</u> 1,18	188	21,3
5	<u>39,7 – 46,8</u> 44,9	<u>627 – 1392</u> 922	<u>0,91-1,48</u> 1,14	81	9,2
6	<u>47,2 – 53,7</u> 50,6	<u>1212 – 2307</u> 1700	<u>1,03-1,93</u> 1,31	33	3,7
7	<u>54,2 – 59,3</u> 56,8	<u>1872 – 4137</u> 2777	<u>1,15-1,98</u> 1,51	23	2,6
8	<u>59,8-65,5</u> 62,9	<u>2497-4557</u> 3445	<u>1,17-1,62</u> 1,37	9	1,0
9	<u>66,8-69,3</u> 67,7	<u>4007-5422</u> 4565	<u>1,34-1,63</u> 1,47	4	0,5
10	<u>70,3-74,5</u> 72,9	<u>4817-7092</u> 6135	<u>1,39-1,76</u> 1,57	3	0,3
11	<u>76,8-78,7</u> 77,8	<u>5737-8167</u> 6952	<u>1,27-1,68</u> 1,48	2	0,2
Барлығы	<u>8,0 – 78,7</u> 32,3	<u>12,0 – 8167</u> 571	<u>0,83-2,73</u> 1,23	884	100,0

Ауға түскен көксеркелердің жастық қатарын 1 ден 11 жас аралығындағы дарақтар құрады (2-сурет). Оның ішінде 2 ден 4 жас аралығындағы балықтар басым (79,0%), 5 жастан үлкен балықтардың аулаудағы үлесі 0,2-9,2% аралығында болды (жалпы ауланымның 17,5% құрады). Соңғы жылдардағы мәліметтер бойынша 2008-2013 жылдар аралығында аулауда 4-6 жастағы көксеркелер басым болып, шамамен 65,4-69,7% құраса, 2014 жылдан бастап аулауда 2-4 жастағы балықтардың үлесі арта бастады (78,8-81,8%). Бұл көксеркелердің жастық қатарының қысқарғанын көрсетеді және мұны кәсіптік қысымның жоғарылығымен байланыстыруға болады. 2024 жылы жүргізілген зерттеу нәтижелері бойынша көксеркенің 01 шілде 2025 жы - 01 шілде 2026 ж. аралығындағы шектік аулау мөлшері 135,0 тоннаны құрайды.



2-сурет – Қапшағай суқоймасынан ауланған көксеркенің жастық құрамы мен кездесу жиілігі, 2024 ж.

Аулауда ау көздері 16-80 мм болатын құрма ау пайдаланылды. Соның ішінде 30 және 40 мм ау көздеріне ең көп ауланғанын 3-суреттен көруге болады (27,4 және 23,4%), қалған ау көздерінің көрсеткіштері 0,5-16,4% құрады.



3-сурет – Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің ау көзіне түсу көрсеткіштері, 2024 ж.

Көксеркенің (*Sander lucioperca*, Linnaeus, 1758) жыныстық жетілуі 2 жастан басталып, уылдырық шашуы жаппай 4-6 жаста жүреді [16-18]. Қапшағай су қоймасында көксерке уылдырығын шамамен наурыз айының үшінші онкүндігі мен сәуір айының басында, су температурасы 11-13 °C шашады. Ерте көктемде уылдырық шашатын кезде көксеркелер суқойманың жағалауына көптеп жиналады, уылдырық шашып болған соң ірі дарактар суқойманың терең жағына кетеді, ал популяцияның жас дарактары суы тайыз бөлігінде жүреді.

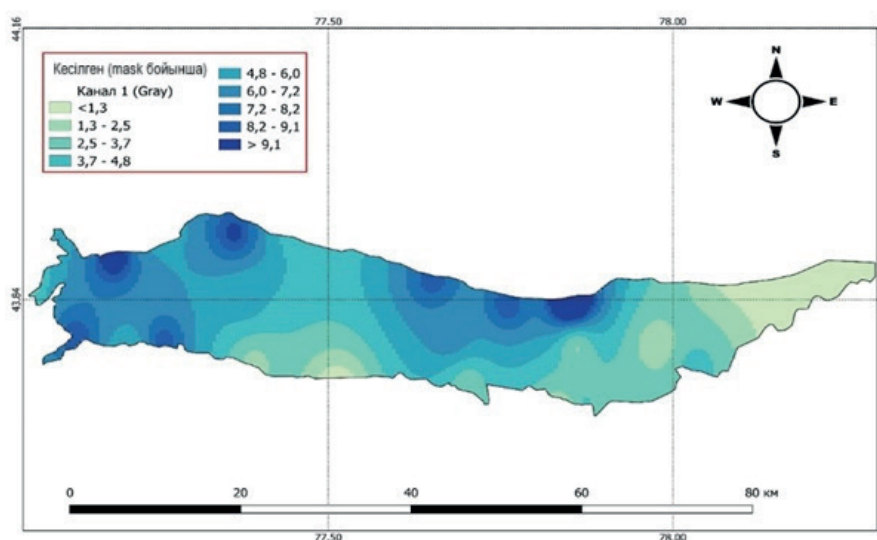
Әдеби деректерге сүйенсек, көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығы (АЖТ) 1200-1700 мың уылдырыққа дейін жетеді [19-22]. Қапшағай суқоймасын зерттеген мәліметтер көксеркенің уылдырығы 1215,7-1247,0 мың уылдырыққа дейін жеткенін көрсетеді [23]. 2024 ж. жүргізген зерттеу нәтижелері бойынша көксеркенің тұқымдылығы 801,3 мың уылдырықты құрады және көксерке уылдырығының саны жасына қарай өзгеріп отырады, яғни, жасы ұлғайған сайын уылдырық саны артады (2-кесте).

2-кесте – Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің абсолютті жеке тұқымдылығы (АЖТ)

Жасы	Абсолютті жеке тұқымдылығы, мың дана
5	309,0
6	374,2
7	468,3
8	590,1
9	801,3

Ескерту: әр жастан ең жоғарғы уылдырық саны алынды

Көксеркенің Қапшағай суқоймасында кеңістікте таралуы 4-суретте берілген. Талдау көктем, жаз және күз мезгілдерінде ауланған мәліметтер негізінде жасалды, ол жерде көксеркенің суқоймаға кеңінен таралғанын, соның ішінде, оң жағалауы мен төменгі жағында көптеп шоғырланатынын байқаймыз. Бұл көксеркенің су айдынынң шөп баспаған, суының мөлдірлігі жоғары жерлерінде өмір сүретіндігін және судағы оттегі құрамына және ластануына сезімтал екендігін көрсетеді.

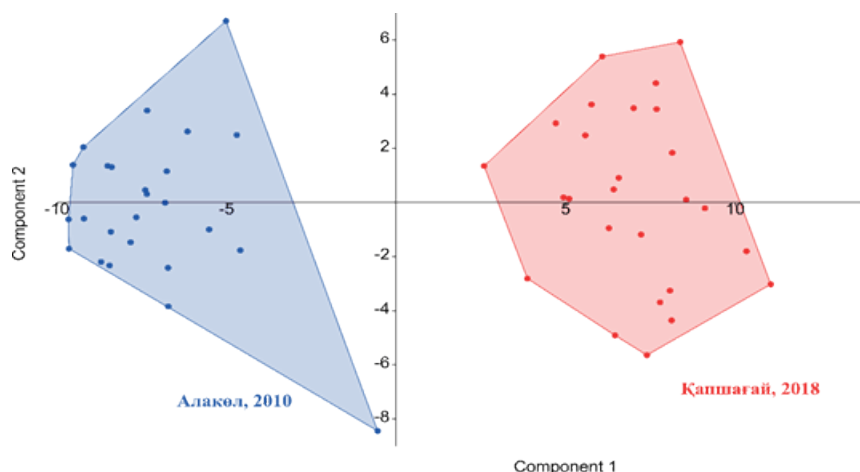


4-сурет 4 – Көксеркенің суқойма бойынша кеңістікте таралуы, 2023 ж. мәлімет бойынша

Осы тұста Қапшағай суқоймасына сипаттама бере кетсек, суқойманың оң жақ жағалауы биік, әрі терең, ал сол жағалауы таяз, суы лайлы болып келеді. Оның себебі, сол жақ жағалауына Қаскелең, Көтентай, Қараөзек, Саз-Талғар, Есік, Шелек, Түрген тәрізді бірнеше өзендер келіп құйылады. Сонымен қатар, суқойманың жоғарғы бөлігінде суы лайлы және таяз жерлері басым, жағалауды бойлап соғатын желді күндер көп болады. Осыған орай, суқойманың жоғарғы жағында қыс мезгілінде мұз жабыны өте тұрақсыз болып келеді. Ал суқойманың төменгі бөлігінде желді күндер саны жоғарғы бөлігімен салыстырғанда азырақ және суының мөлдірлігі жоғары болып келеді [1, 7].

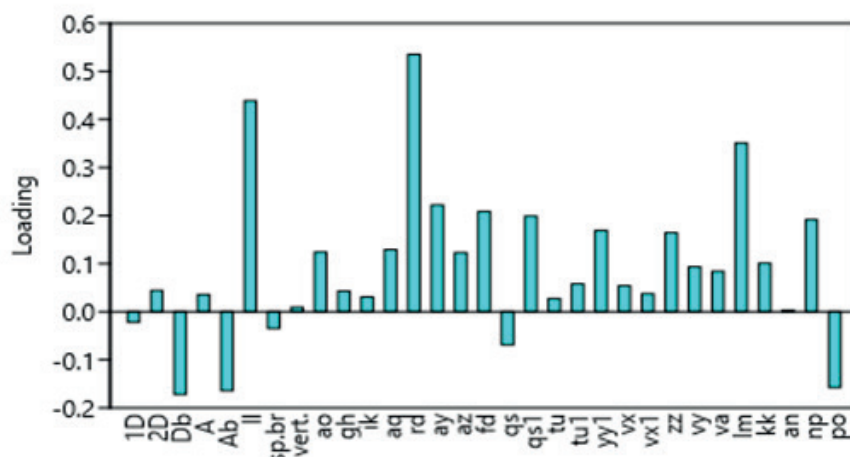
Көксерке балығы алабұғалар отрядына (*Perciformes*) жатады және алабұғалар отряды өзіне тән дене пішіндерімен ерекшеленеді. Айта кетсек, көксеркенің екі арқа қанаты бар, D1 XII-XVII (көбінесе XIV-XV), D2 I-IV (әдетте II-III) 17-25 (орташа көрсеткіш бойынша 20-22,7); А II-IV (әдетте II-III) 9-15 (орташа көрсеткіш 10,5-12,1). Бүйір сызығының саны 80-111 (орташа көрсеткіш 86-97,7). Желбезек жарғақшалары 8-18 (орташа 11-14). Омыртқасының саны 40-48 (орташа саны 43-46). Басының ұзындығы биіктігінен екі есеге үлкен. Жағының жоғарғы жағы көзінің артқы бөлігіне кіріп тұрады. Құйрық қанатының сабағы басының ұзындығынан қысқа. Жағында тісшелері бар. Қабыршағы құйрық қанатының бастамасына, желбезек қақпағына дейін жапқан [5, 9].

Көксерке балығының толыққанды мәліметі үшін 2018 жылы жүргізілген морфологиялық талдауы да келтірілді. Нәтижесінде Қапшағай суқоймасында тіршілік ететін 26 дана көксерке балығына 8 меристикалық және 23 пластикалық белгілері бойынша морфологиялық талдау жасалды. Алакөл көлінен ауланған (2010 ж.) көксеркенің морфологиялық талдау нәтижелерімен [24] салыстырылды. Көксеркенің морфологиялық белгілерінің индекстері бойынша басты компоненттері талданды. 5-суретке сәйкес 1 және 2 басты компоненттердің анализі бойынша Қапшағай және Алакөлдегі көксеркелердің жалпы морфологиялық белгілері бойынша айырмашылықтар байқалды. Екі популяцияның белгілері координаталары бойынша кеңістікте ажырайды. Нақты айырмашылықтар 1,2 және 3 басты компонент жүктемелерінде көрінеді.



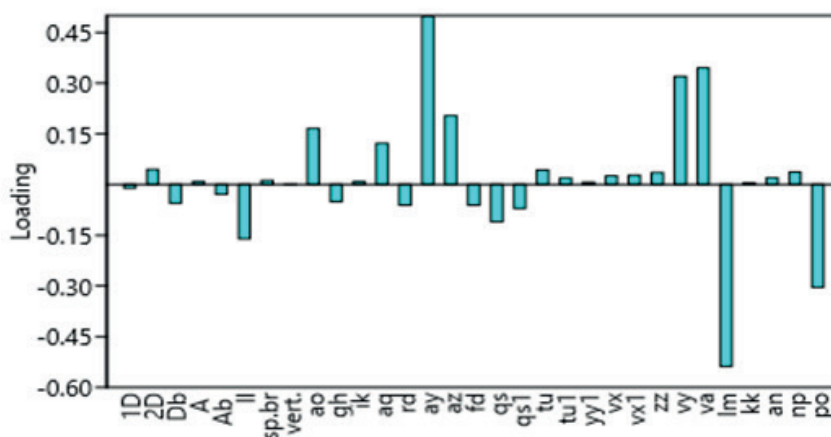
5-сурет 5 – Қапшағай және Алакөл су айдындарындағы көксеркенің морфологиялық белгілерінің индекстері бойынша басты компоненттердің талдауы

Бірінші басты компоненттер талдауында барынша оң жүктемені 3 белгі көрсетті: бүйір сызығындағы қабыршақтар саны (ll), постдорсальды қашықтық (rd) және басының биіктігі (lm) (3-кесте). Барынша теріс жүктемені арқа (Db), аналь (Ab) қанатындағы тармақталған сәулелер саны және көзінің артынан желбезек қақпағының соңына дейінгі арақашықтық (po) көрсетті (6-сурет).



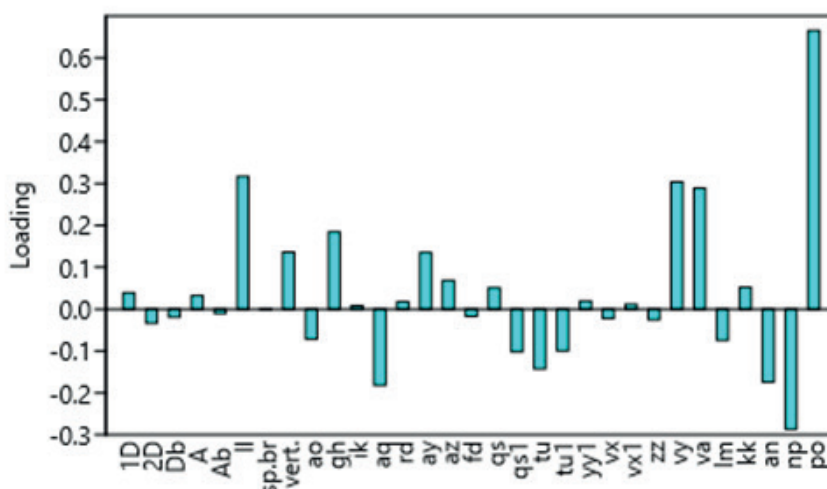
6-сурет – Бірінші басты компоненттер талдауы

Екінші басты компоненттер талдауында антеанальді (ay) қашықтық, одан кейін кеуде мен аналь қанаттарының арасының (vy) және құрсақ пен аналь қанаттарының арасының қашықтығы (va) барынша оң жүктемені көрсетті. Ал теріс жүктемені 2 белгі көрсетті: басының биіктігі (lm) және көзінің артынан желбезек қақпағының соңына дейінгі арақашықтығы (po) (7-сурет).



7-сурет – Екінші басты компоненттер талдауы

Үшінші басты компонент бойынша барынша оң жүктемені 4 белгі көрсетті: бүйір сызығындағы қабыршақтар саны (ll), кеуде мен аналь қанаттарының арасының (vy) және құрсақ пен аналь қанаттарының арасының қашықтығы (va), сонымен бірге, көзінің артынан желбезек қақпағының соңына дейінгі арақашықтығы (po). Ең үлкен теріс жүктеменің ішінде 3 белгіні айтуға болады, олар: көзінің диаметрі (np), тұмсығының ұзындығы (an) және антедорсальді қашықтығы (aq) көрсетті (8-сурет).



8-сурет – Үшінші басты компоненттер талдауы

3-кесте – Көксеркенің морфологиялық белгілеріне басты компоненттердің жүктемелері

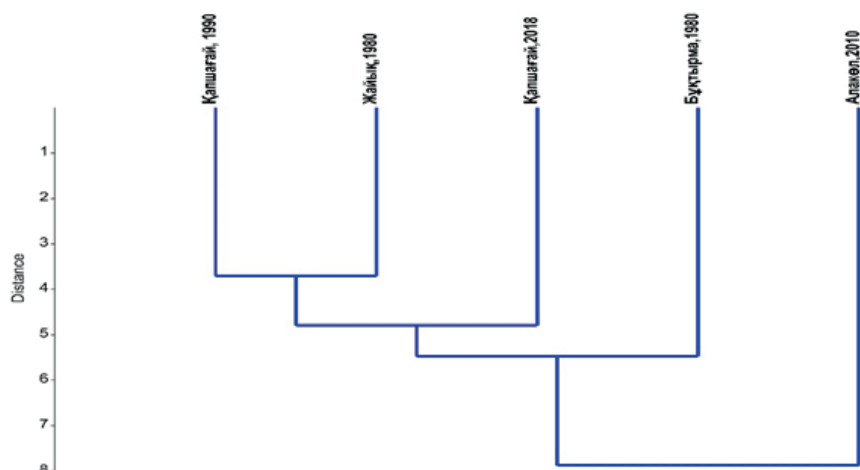
Белгілері	PC 1	PC 2	PC 3
1D	-0.021642	-0.010313	0.038428
2D	0.043626	0.044465	-0.033388
Db	-0.17173	-0.054618	-0.018422
Au	0.035237	0.008371	0.031754
Ab	-0.1639	-0.028753	-0.0097169
ll	0.43855	-0.16016	0.31608
sp.br	-0.034336	0.011819	-0.0012242

3-кестенің жалғасы

vert.	0.0087048	-0.00142	0.1357
ao	0.12349	0.16563	-0.071837
gh	0.042768	-0.050805	0.18374
ik	0.03057	0.0080441	0.0077353
aq	0.12925	0.12161	-0.18195
rd	0.53501	-0.06086	0.01723
ay	0.22152	0.49765	0.13461
az	0.12258	0.20333	0.068499
fd	0.20842	-0.060889	-0.016845
qs	-0.06877	-0.11035	0.050668
qs1	0.19848	-0.070541	-0.10182
tu	0.027275	0.042941	-0.1426
tu1	0.057524	0.018374	-0.09926
yy1	0.1689	0.0062994	0.018683
vx	0.053703	0.024945	-0.022132
vx1	0.036717	0.027052	0.010822
zz	0.16406	0.03485	-0.024787
vy	0.092998	0.31967	0.30324
va	0.083859	0.34498	0.28841
lm	0.3509	-0.53835	-0.074185
kk	0.10026	0.0050429	0.051676
an	0.0022969	0.018947	-0.17389
np	0.19116	0.036531	-0.28626
po	-0.15715	-0.30377	0.66482

Ескерту - 1D, 2D – 1 және 2 арқа қанатының сәулелер саны; Db - екінші арқа қанатындағы тармақталған сәулесінің саны; Au - аналь қанатындағы тармақталмаған сәулесінің саны; Ab – аналь қанатындағы тармақталған сәулесінің саны; II - бүйір сызығының саны; sp.br - желбезек жапырақшаларының саны; vert. – омыртқаларының саны; ao - басының ұзындығы; gh - денесінің ең биік жері; ik - денесінің ең төмен жері; aq - антедорсальді қашықтығы; rd - постдорсальді қашықтығы; ay - антеанальді қашықтығы; az – антевентральді қашықтығы; fd - құйрық қалақшасының ұзындығы; qs - ID ұзындығы; qs1 - IID ұзындығы; tu - ID ең биік жері; tu1 - IID ең биік жері; yy1 - A негізінің ұзындығы; vx - P ұзындығы; vx1 - P ені; zz - V ұзындығы; vy - P-A арақашықтығы; va - V-A арақашықтығы; lm - көзінің артынан басының биіктігі; kk (io) - мандайының ені; an – тұмсығының ұзындығы; np – көзінің диаметрі; po - көзінің артынан желбезек қақпағының соңына дейінгі арақашықтығы.

Келесі кезекте Қапшағай суқоймасында тіршілік ететін көксеркенің морфологиялық талдауының нәтижелері еліміздің басқа су аймақтарында кездесетін көксеркемен ұқсастығы қарастырылды. Қапшағай су қоймасы (1978, 1990, 2018), Бұқтырма су қоймасы (1980), Жайық өзені (1980) және Алакөл көліндегі (2010) көксеркелердің кейбір морфометриялық белгілер бойынша орташа мәндерінің көрсеткіштеріне сәйкес кластерлік талдау жасалды [5, 24, 25]. Анализ нәтижелері бойынша 2 топқа жіктеледі, яғни Алакөлдегі көксеркелер жеке топ ретінде шықса, екінші топ өз кезегінде тағы бірнеше суқоймаларды біріктіреді. Сонымен қатар, Қапшағай суқоймасынан 1990 жылы алынған мәлімет пен 1980 жылы Жайық өзенінен алынған мәлімет ұқсас болып келеді, ал одан кейін Қапшағай суқоймасынан 2018 жылы ауланған көксеркенің көрсеткіштері ұқсас, ішінде ең алшақ Алакөл көліндегі көксерке болып келеді (9-сурет).



9-сурет – Өртүрлі суқоймалардағы көксеркенің пластикалық белгілерінің орташа ($M \pm m$) мәндері бойынша ұқсастығы

Қорытынды

Сонымен, жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сәйкес, Қапшағай суқоймасында көксерке популяциясының жағдайы қанағаттанарлық деп тұжырым жасауға болады. Ауланған көксеркелердің жастық құрамы 1 ден 11 жас аралығында болды, олардың ішінде 2 ден 4 жасқа дейінгі жас дарақтар (79,0%) басым екені анықталды, ал ересек дарақтардың ауланымда үлесі төмен, шамамен 0,2-9,2% құрайды. Фультон бойынша қоңдылық коэффициенті 0,83-2,73 болды. Бұл көрсеткіш көксерке балығына тән болып табылады. Тұқымдылығы бойынша алынған мәліметтер негізінде балықтардың жасы өскен сайын абсолютті жеке тұқымдылығының да артатыны анықталды. Көктем, жаз және күз мезгілдерінде ауланған көрсеткіштерге сәйкес, көксерке суқойма бойынша кеңінен таралғанын және суқойма акваториясы көксерке тіршілігіне оңтайлы екенін көрсетеді. Сонымен қатар, 16-80 мм құрылған ау көздерінде көзі 30-40 мм болатын ауға ең көп ауланғаны байқалады (50,8%), бұл көксерке популяциясына кәсіптік қысымның жоғары екенін білдіреді. Осыған байланысты, көксерке популяциясын қорғау және оның өсімінің молаюының жағдайын жасау мақсатында уылдырық шашатын кезде оның уылдырық шашатын үйірлерін қорғау үшін қажетті шаралар қолдану қажет деп санаймыз.

Авторлардың қосқан үлесі

АГ: материал өңдеу, талдау, мәтінін жазу, қорытынды; ИК: мақалаға жетекшілік; СЕ: материал жинау, талдау; АМ: әдебиет көздерімен жұмыс, статистикалық талдау жасады. Авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зерттеулер КР АШМ 2024-2026 жылдарға арналған «Су биологиялық ресурстарын сақтау және орнықты пайдалану үшін су айдындарының әлеуетін бағалау және қордың динамикасын модельдеу негізінде кешенді зерттеу» бағдарламасы аясында жүргізілді және Қазақстан Республикасының Ауыл шаруашылығы министрлігі қаржыландырды BR23591095.

Әдебиеттер тізімі

1 Mamilov, N., Sharakhmetov, S., Amirbekova, F., Bekkozhayeva, D., Sapargaliyeva, N., Kegenova, G., Abilkasimov, K. (2021). Past, current and future of fish diversity in the Alakol Lakes (Central Asia: Kazakhstan). *Diversity*, 14(1), 11.

2 Крайнюк, ВН, Крайнюк, ЮВ. (2002). Численность, питание и морфология судака *Sander lucioperca* (L.) (Osteichthyes; Percidae) водоемов канала Иртыш-Караганда и Самаркандского водохранилища. *Tethys aqua zoological research*, 1, 108-114.

3 Isbekov, KB, Tsoy, VN, Cretaux, J.-FV, Aladin, NV, Plotnikov, IS, Clos, G., Bergé-Nguyen, M., Assylbekova, SZh. (2019). Impacts of water level changes in the fauna, flora and physical properties over the Balkhash Lake watershed. *Lakes & Reserv.*, 24, 195-208.

4 Wang, N., Mandiki, SNM, Henrotte, E., Bouyahia, A.-G., Mairesse, G., Rougeot, C., M'elard, C., Kestemont, P. (2009). Effects of partial or total replacement of forage fish by a dry diet on the quality of reproduction in pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquac. Res.*, 40, 376-383. DOI: 10.1111/j.1365-2109.2008.02108.x.

5 Митрофанов, ВП, Дукравец, ГМ. и др. (1989). *Рыбы Казахстана: Т.4. Вьюновые, Сомовые, Атериновые, Тресковые, Колюшковые, Иголовые, Окуневые, Бычковые, Керчаковые*. Алма-Ата: Наука, 312.

6 Мусина, НХ. (1974). Изменение основных биологических показателей судака в процессе формирования его стада в Капшагайском водохранилище. *Сборник научных статей*, Алматы: 8, 132.

7 Pennisi, E. (2020). An ecosystem goes topsy-turvy as a tiny fish takes over. *Science*, 369(6508), 1154-1155. DOI: 10.1126/science.369.6508.1154.

8 Об утверждении Правил установления ограничений и запретов на пользование объектами животного мира, их частей и дериватов. Законе РК «Об охране, воспроизводстве и использовании животного мира» от 9 июля 2004 года N593.

9 Правдин, ИФ. (1966). *Руководство по изучению рыб*. М.: Пищевая промышленность, 376.

10 Коблицкая, АФ. (1981). *Определитель молоди пресноводных рыб*. М.: Пищевая промышленность, 6-53.

11 Бәйімбет, ӘА, Темірхан, СР. (1999). *Қазақстанның балықтәрізділері мен балықтарының қазақша-орысша анықтауышы*. Алматы: Қазақ Университеті, 347.

12 Стерлигова, ОП. (2016). *Методы определения возраста рыб и его практическое значение: учебное пособие*. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 23-33.

13 Лакин, ГФ. (1990). *Биометрия*. 4-е изд. Москва: Высшая школа, 18-352.

14 QGIS Development Team. (2021). QGIS 3.22.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.

15 Hammer, Ø. et al. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4: 1, 9.

16 Zarski, D., Kucharczyk, D., Targonska, K., Palinska, K., Kupren, K., Fontaine, P., Kestemont, P. (2012). A new classification of pre-ovulatory oocyte maturation stages in pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), and its application during artificial reproduction. *Aquac. Res.*, 43, 713-721. DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.02879.x.

17 Schaefer, FJ, Overton, JL, Bossuyt, J., Zarski, D., Kloas, W., Wuertz, S. (2016). Management of pikeperch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) sperm quality after stripping. *J. Appl. Ichthyol.*, 32, 1099-1106. DOI:10.1111/jai.131444.

18 Kucharczyk, D., Nowosad, J., Łubowski, T., Ablaisanova, G., Zeghloul, T., Abdel-Latif, HMR. (2022). Influence of the source of spawners' origin on oocyte maturity stages and suitability for artificial reproduction of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) females during spawning season. *Animal Reproduction Science*, 243: 107025, 1-12.

19 Hubenova, T., Zaikov, A., Katsarov, E., Terziyski, D. (2015). Weaning of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca* L.) from life food to artificial diet. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21, 17-20.

20 Ribeiro, F., Gante, HF, Sousa, G., Fiupe, AF, Alves, MJ, Magalhaes, MF. (2009). New records, distribution and dispersal pathways of *Sander lucioperca* in Iberian freshwaters. *Gybiun*, 33(3), 255-256.

21 Danilov, MB, Kriksunov, EA, Bobyrev, AE, Sheremet'ev, AD, Mel'nik, MM, Severin, SO. (2018). Dynamics of the *Sander lucioperca* Population in Lake Peipsi-Pihkva. *Journal of ichthyology*, 58, 4.

22 Blabolil, P., Čech, M., Jůza, T., Peterka, J. (2019). Variability of pikeperch *Sander lucioperca* (L. 1758) cohorts in early life history. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 420, 43.

23 Әбілов, БИ, Баракбаев, ТТ, Аблайсанова, ГМ. (2016). Қапшағай суқоймасындағы көксерке (*Stizostedion lucioperca*) балығының тұқымдылығы. *Известия НАН РК*, 154-159.

24 Шарахметов, СЕ. (2013). *Алакөл көлдер жүйесіндегі көксеркенің (Sander lucioperca) салыстырмалы морфологиялық сипаттамасы*. Научно-методические основы составления государственного кадастра животного мира Республики Казахстан и сопредельных стран. РГП Институт зоологии. 1(1), 328-333.

25 Исмуханов, ХК, Цой, ВН. (2023). Современное состояние рыбохо-зяйственного использования водоемов Балкаш-Алакольского водного бассейна и пути дальнейшего увеличения уловов рыбы. *Central Asian Scientific journal*, 3(18), 107-136.

References

1 Mamilov, N., Sharakhmetov, S., Amirbekova, F., Bekkozhayeva, D., Sapargaliyeva, N., Kegenova, G., Abilkasimov, K. (2021). Past, current and future of fish diversity in the Alakol Lakes (Central Asia: Kazakhstan). *Diversity*, 14(1), 11.

2 Krajnyuk, VN, Krajnyuk, YUV. (2002). Chislennost', pitanie i morfologiya sudaka *Sander lucioperca* (L.) (Osteichthyes; Percidae) vodoemov kanala Irtysh-Karaganda i Samarkandskogo vodohranilishcha. *Tethys aqua zoological research*, 1, 108-114.

3 Isbekov, KB, Tsoy, VN, Cretaux, J.-F, Aladin, NV, Plotnikov, IS, Clos, G., Bergé-Nguyen, M., Assylbekova, SZh. (2019). Impacts of water level changes in the fauna, flora and physical properties over the Balkhash Lake watershed. *Lakes & Reserv.*, 24, 195-208.

4 Wang, N., Mandiki, SNM, Henrotte, E., Bouyahia, A.-G., Mairesse, G., Rougeot, C., M'elard, C., Kestemont, P. (2009). Effects of partial or total replacement of forage fish by a dry diet on the quality of reproduction in pikeperch *Sander lucioperca*. *Aquac. Res.*, 40, 376-383. DOI:10.1111/j.1365-2109.2008.02108.x.

5 Mitrofanov, VP, Dukravec, GM, i dr. (1989). *Ryby Kazahstana: T.4. V'yunovye, Somovye, Aterinovye, Treskovye, Kolyushkovye, Iglovye, Okunevy, Bychkovy, Kerchakovy*. Alma-Ata: Nauka, 312.

6 Musina, NH. (1974). Izmenenie osnovnyh biologicheskikh pokazatelej sudaka v processe formirovaniya ego stada v Kapshagajskom vodohranilishche. *Sbornik nauchnyh statej*, Almaty: 132.

7 Pennisi, E. (2020). An ecosystem goes topsy-turvy as a tiny fish takes over. *Science*, 369(6508), 1154-1155. DOI: 10.1126/science.369.6508.1154.

8 Ob utverzhdenii Pravil ustanovleniya ogranichenij i zapretov na pol'zovanie ob'ektami zhivotnogo mira, ih chastej i derivatov. (2004). Zakone RK «Ob ohrane, vosproizvodstve i ispol'zovanii zhivotnogo mira» ot 9 iyulya 2004 goda N593.

9 Pravdin, IF. (1966). *Rukovodstvo po izucheniyu ryb*. M.: Pishchevaya promyshlennost', 376.

10 Koblickaya, AF. (1981). *Opredelitel' molodi presnovodnyh ryb*. M.: Pishchevaya promyshlennost', 6-53.

11 Bajimbet, AA, Temirhan, SR. (1999). *Kazakstannyn balyktarizdileri men balyktarynyn kazaksharyssha anyktauysy*. Almaty: Kazak Universiteti, 347.

12 Sterligova, OP. (2016). *Metody opredeleniya vozrasta ryb i ego prakticheskoe znachenie: uchebnoe posobie*. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi centr RAN, 23-33.

13 Lakin, GF. (1990). *Biometriya*. 4-e izd. Moskva: Vysshaya shkola, 18-352.

14 QGIS Development Team. (2021). QGIS 3.22.1. Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project. <http://qgis.osgeo.org>.

15 Hammer, Ø., et al. (2001). PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia electronica*, 4: 1, 9.

16 Zarski, D., Kucharczyk, D., Targonska, K., Palinska, K., Kupren, K., Fontaine, P., Kestemont, P. (2012a). A new classification of pre-ovulatory oocyte maturation stages in pikeperch, *Sander lucioperca* (L.), and its application during artificial reproduction. *Aquac. Res.*, 43, 713-721. DOI:10.1111/j.1365-2109.2011.02879.x.

17 Schaefer, FJ, Overton, JL, Bossuyt, J., Zarski, D., Kloas, W., Wuertz, S., (2016). Management of pikeperch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) sperm quality after stripping. *J. Appl. Ichthyol.*, 32, 1099-1106. DOI:10.1111/jai.131444.

18 Kucharczyk, D., Nowosad, J., Łubowski, T., Ablaisanova, G., Zeghloul, T., Abdel-Latif, HMR. (2022). Influence of the source of spawners' origin on oocyte maturity stages and suitability for artificial reproduction of wild pikeperch (*Sander lucioperca*) females during spawning season. *Animal Reproduction Science*, 243:107025, 1-12.

19 Hubenova, T., Zaikov, A., Katsarov, E., Terziyski, D. (2015). Weaning of juvenile pikeperch (*Sander lucioperca* L.) from life food to artificial diet. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 21: 1, 17-20.

20 Ribeiro, F., Gante, HF, Sousa, G., Fiupe, AF, Alves, MJ, Magalhaes, MF. (2009). New records, distribution and dispersal pathways of *Sander lucioperca* in Iberian freshwaters. *Gybiun*, 33(3), 255-256.

21 Danilov, MB, Kriksunov, EA, Bobyrev, AE, Sheremet'ev, AD, Mel'nik, MM, Severin, SO. (2018). Dynamics of the *Sander lucioperca* Population in Lake Peipsi-Pihkva. *Journal of ichthyology*, 58, 4.

22 Blabolil, P., Čech, M., Jůza, T., Peterka, J. (2019). Variability of pikeperch *Sander lucioperca* (L. 1758) cohorts in early life history. *Knowl. Manag. Aquat. Ecosyst.*, 420, 43.

23 Ábilov, BI, Baraqbaev, TT, Ablaisanova, GM. (2016). Qapshaǵaı sýqoımasyndaqy kókserke (*Stizostedion lucioperca*) balyǵynyń tuqymdylyǵy. *Izvestia NAN RK*, 154-159.

24 Sharahmetov, SE. (2013). *Alakól kólderindegi kókserkeniń (Sander lucioperca) salıstymaly morfologialyq sıpattamasy. Qazaqstan Respyblikasy men kórshiles elderdiń janýarlar dúnesiniń memlekettik kadastryń qurýdyń ǵylymı-ádistemelik negizderi*. Zoologia institúty RMK. 1 (1), 328-333.

25 Ismahanov, HK, Coi, VN. (2023). Sovremennoe sostoyanie ryboho-zyajstvennogo ispol'zovaniya vodoemov Balkash-Alakol'skogo vodnogo basseina i puti dal'nejshego uvelicheniya ulovov ryby. *Central Asian Scientific journal*, 3(18), 107-136.

Морфобиологическая характеристика и современное состояние судака (*Sander lucioperca*) Капшагайского водохранилища

Аблайсанова Г.М., Исбеков Қ.Б., Сансызбаев Е.Т., Аубакирова М.О.

Аннотация

Предпосылки и цель. В статье представлены биологические и морфологические показатели популяции судака в Капшагайском водохранилище, также представлены данные абсолютной индивидуальной плодовитости (АИП), возрастной состав, частота встречаемости, процентное распределение вылова в зависимости от размеров ячеи и пространственное распространение по водоему.

Материалы и методы. Данные были собраны в Капшагайском водохранилище и обработаны в лаборатории ихтиологии ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства». Морфологический анализ был проведён в сравнении с аналогичными показателями судака из озера Алаколь, а сходство - на основе кластерного анализа.

Результаты. Согласно полученным данным, в уловах преобладают особи судака в возрасте от 2 до 4 лет (79,0%), по сетным уловам наибольший улов судака приходится на 30-40 мм (50,8%). Как показывают результаты пространственного распространения судака, они широко распространены по акватории водоема. Анализ абсолютной индивидуальной плодовитости (АИП) позволил установить прямую зависимость между возрастом судака и количеством производимой им икры. В 2024 г. в ходе исследования было зафиксировано АИП от 309,0 до 801,3 тысяч икринок.

Заключение. В результате проведенных исследований выявлено, что состояние популяции судака в Капшагайском водохранилище удовлетворительное. Возрастной состав выловленных судаков составлял от 1 до 11 лет, из них преобладают младшевозрастные особи в возрасте от

2 до 4 лет (79,0%), а доля взрослых особей в улове невелика, около 0,2-9,2%. Коэффициент упитанности по Фультону достиг 0,83-2,73. Установлено, что с возрастом у рыб увеличивается абсолютная индивидуальная плодовитость. Согласно результатам исследований, в весенний, летний и осенний периоды судак был широко распространен по водоему, что свидетельствует о благоприятности водоема для его роста и развития.

Ключевые слова: судак; морфобиологические показатели; пространственное распространение; концентрация; возрастной состав.

Morphobiological characteristics and current condition of the pike-perch (*Sander lucioperca*) of the Kapshagai reservoir

Gulmira M. Ablaisanova, Kuanysh B. Isbekov, Erbol T. Sansyzbayev,
Moldir O. Aubakirova

Abstract

Background and Aim. This article presents biological and morphological characteristics of the pike-perch population in the Kapshagai reservoir. Key indicators include absolute individual fecundity (AIF), age composition, frequency of occurrence, and catch percentage by net mesh size, as well as spatial distribution throughout the reservoir.

Materials and Methods. Biological samples were collected from the Kapshagai reservoir and analyzed at the Ichthyology Laboratory of the LLP «Fisheries Research and Production Center». Morphological indicators were compared with those of pike-perch from Lake Alakol, using cluster analysis to assess similarity.

Results. The catches were dominated by individuals aged 2 to 4 years (79.0%). Net catches showed that the largest proportion of pike perch falls on 30-40 mm (50.8%). Pike-perch were found to be widespread throughout the water area of the reservoir. Analysis of absolute individual fecundity (AIF) established a direct correlation between the age of the pike-perch and the number of eggs produced. In 2024, AIF was recorded to increase from 309.0 to 801.3 thousand eggs.

Conclusion. The research revealed that the state of the pike-perch population in the Kapshagai reservoir is satisfactory. The age composition of the caught pike perch ranged from 1 to 11 years, with younger individuals aged 2 to 4 years predominate (79.0%), and the proportion of adult individuals in the catch being relatively small (approximately 0.2-9.2%). The Fulton's condition factor reached from 0.83 to 2.73. It was found that absolute individual fecundity increases with age. According to the research results, pike-perch were widespread in the reservoir, during the spring, summer, and autumn periods indicating that the reservoir is favorable for their growth and development.

Keywords: pike-perch; morphobiological indicators; spatial distribution; abundance; age composition.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2 (125). - Р.97-107. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1888

УДК 639.3.05

Исследовательская статья

Опыт кормления клариевого сома экструдированными комбикормами с фитобиотиками

Адилбеков Ж.Ш.¹ , Аубакирова Г.А.¹ , Балджи Ю.А.² , Куанчалеев Ж.Б.¹ ,
Казтай Н.К.³ , Оразгалиева К.С.¹ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан,

²ТОО "NFT-KATU", Астана, Казахстан,

³СФ ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Адильбеков Ж.Ш.: zhanat_a72@mail.ru

Соавторы: (1: ГА) gulzhikk@bk.ru; (2: ЮБ) yu.balji@kazatu.edu.kz; (3: ЖК) ihtiojax@mail.ru;
(4: НК) nkaztay2024@mail.ru; (5: КО) o.kalam_1985@mail.ru

Получено: 03-06-2025 **Принято:** 17-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. С активным развитием рыбоводства в Республике Казахстан востребованы качественные комбикорма для рыб. Высокое требование к содержанию протеина и жиров в кормах для рыб, а также необходимость повышения их питательной ценности, усвояемости и безопасности путём баротермической обработки, обогащения биологически активными компонентами в виде фитобиотиков, обосновывают разработку и оценку эффективности нового экструдированного комбикорма для клариевого сома. В связи с этим целью исследования явилось оценка влияния разработанного экструдированного комбикорма, обогащенного фитобиотиком «BioFeed-P», на продуктивность и выживаемость клариевого сома.

Материалы и методы. Определение кормовой ценности экструдированного обогащённого комбикорма проводили на анализаторе FOSS NIRSDS 25000, изучены органолептические и физико-химические свойства готового корма согласно требованию ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб». Для характеристики интенсивности роста рыбы использовали показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов, а также коэффициент упитанности рыб по Фультону.

Результаты. Разработаны рецептуры комбикормов, обогащенные фитобиотиком BioFeed-P, отработана технология изготовления корма, а также определено его влияние на рост рыбы. Среднесуточный прирост рыбы составил в опытной группе – 4,9 г, что на 13,6% больше, чем в контрольной группе.

Закключение. Проведённое исследование показало, что использование экструдированного комбикорма, обогащённого фитобиотиком «BioFeed-P», обеспечивает высокую эффективность кормления клариевого сома в условиях установок замкнутого водоснабжения Казахстанско-Чешского международного научного центра аквакультуры. Благодаря оптимальному содержанию протеина (40-50%) и жиров (до 10%), а также применению современных технологий обработки путём экструдирования, вакуумного обмасливания, корм продемонстрировал высокую усвояемость и водостойкость.

Ключевые слова: экструдированные комбикорма; установки замкнутого водоснабжения; клариевый сом; фитобиотики.

Введение

Переход к более экологичным и этически устойчивым способам ведения животноводства и рыбоводства в настоящее время является очень актуальной темой. Сегодня действительно наблюдается, что всё большее внимание уделяется биотехнологическим и ресурсосберегающим подходам.

Ключевые направления, которые стали альтернативой традиционным стимуляторам: пробиотики и пребиотики – способствуют нормализации микрофлоры кишечника, укрепляют иммунитет, повышают усвояемость кормов; фитобиотики и фиогеники (растительные экстракты) – обладают антимикробным и противовоспалительным действием без побочных эффектов, как у антибиотиков; энзимы и кормовые добавки биологического происхождения – улучшают переваримость кормов, уменьшая нагрузку на организм; иммуномодуляторы и вакцины нового поколения – снижают заболеваемость без применения антибиотиков; генетический отбор и селекция устойчивых пород – способствуют естественному повышению продуктивности и устойчивости к заболеваниям; биофлок и аквапоника в рыбоводстве – замкнутые экосистемы, минимизирующие загрязнение и стресс у рыб. Такие подходы позволяют получать продукцию высокого качества, соответствующую требованиям безопасности и экологичности (1, 2, 3).

В исследованиях *В.А. Власова* и соавторов рассмотрено влияние пробиотических и биологически активных добавок на ростовые и физиологические показатели рыб. Добавление пробиотика «Субтилис» (0,5-3,0 г/кг корма) в рацион клариевых сомов способствовало увеличению скорости их роста на 6,7-15,5%, особенно на ранних этапах онтогенеза, а также улучшению биохимических показателей крови и коэффициента конверсии корма. У нильской тилпии наиболее выраженное увеличение продуктивности отмечено при добавлении 3% «Метаболита плюс», что сопровождалось снижением отложения внутреннего жира и замедленным развитием гонад, что, в свою очередь, продлевало период активного роста мышечной ткани. Предварительные данные по применению добавки «Сангровит Extra» в рационе радужной форели также продемонстрировали положительную динамику: увеличенную активность рыб, улучшенное потребление корма и более высокие темпы роста [4].

Эффективное ведение рыбоводства основано на применении полноценных кормов, себестоимость которых может составлять около 50% от затрат на выращивание рыбы [5, 6].

При выращивании рыб в условиях УЗВ необходимо обеспечить рыб сбалансированным качественным кормом, так как рыбы, выращиваемые в бассейнах ограничены в естественных кормах. Если питательные смеси не содержат определенных витаминов и аминокислот, рост рыб замедлится, ухудшится общее состояние и внешний вид особей. В состав комбикорма для рыбы должны входить все необходимые вещества для поддержания физиологической активности. Изучение влияния экструдированных комбикормов, обогащённых фитобиотиками для рыбоводства, разработка рецептур комбикормов для рыб с безопасными для потребителя компонентами, является актуальной задачей на современном этапе становления отрасли рыбного хозяйства, что и послужило целью наших исследований.

Материалы и методы

При разработке рецептур с научно-обоснованными нормами ввода компонентов и биодобавок в корма для выращивания рыб подобрали кормовые компоненты по питательной ценности позволяющие удовлетворять потребности рыб в основных питательных веществах (протеине, жире, витаминах, макро- и микроэлементах и др.). При составлении рецептур для получения продукционного рыбного комбикорма нами были подобраны следующие основные компоненты: соевый жмых, рапсовый шрот, рыбная мука, рыбий жир, ячмень, горох, мясокостная мука, кровяная мука, животный жир (говяжий) и др. Учитывали питательную ценность компонентов в процентном соотношении.

В качестве растительной биодобавки использовали фитобиотик «BioFeed-P» в состав которого входят: жирные кислоты (55%) – стеариновая, олеиновая, пальмитиновая и др.; флавоноиды (6,78%) – пиностробин, пиноцембрин, хризин; органические кислоты (2,5%) – гликолевая, яблочная, лимонная; фенолокислоты (2%) – популин, салицин; углеводы (1,9%) – глюкоза, фруктоза, рибоза; эфирные масла (1%); витамины А, С, Р, В12; микроэлементы (мг/кг) – йод (1058), цинк (52), марганец (8,25), медь (6,17), кобальт (0,015); аминокислоты – аспарагин,

аланин, валин, лейцин; фенолгликозиды – популин, салицин и другие классы соединений, обладающие высокой биологической активностью [7]. Дозы внесения фитобиотика «BioFeed-P» рассчитывали для трех вариантов изготовления корма в концентрации 0,03%.

Для изготовления по составленной рецептуре комбикорма для рыб была использована технология экструдирования, позволяющая производить высокопитательный, легкоусвояемый и обеззараженный корм. Особенно важны режимы обмасливания и сушки изготовленных гранул, что позволяет достичь высокой водостойкости. Оптимальный процесс экструдирования проходил при 100,3 °С с постепенным повышением производительности до 160 кг/ч. Обмасливание проводили под вакуумом с отрицательным давлением 2 атм. в течение 5-и минут. Сушку осуществляли при температуре 100 °С в течение 15-20 минут.

При разработке технологии получения экструдированного корма, обогащённого биодобавками, опытным путём отработана степень измельчения вносимых компонентов корма, способы внесения, установлена оптимальная температура баротермической обработки, режим получения гранул, методика внесения масел и режим сушки на линии экструдирования корма для рыб (рисунок 1).



Рисунок 1 – Производственная линия ТОО «NFT-KATU»

Определение кормовой ценности экструдированного обогащенного комбикорма (влага, протеин, жир, клетчатка, крахмал) проводили на анализаторе FOSS NIRSDS 25000, изучены органолептические и физико-химические свойства готового корма согласно требованию ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб». Общие технические условия (Combined feeding stuffs for fishes. General specifications) [8]. Аминокислотный, макро-, микроэлементный и витаминный состав определяли в научно-исследовательской лаборатории по оценке качества и безопасности АО «Алматинский технологический университет».

Для проведения экспериментов использовалась УЗВ собственной конструкции (рисунок 2). Технологические характеристики установки представлены в таблице 1.



Рисунок 2 – УЗВ для проведения эксперимента

Таблица 1 – Технологические характеристики УЗВ для проведения эксперимента

№ п/п	Наименование	Показатели
1	Количество рыбоводных емкостей, шт	10
2	Объем одной емкости, л	1600
3	Количество блоков отчистки, шт	3
4	Объем баков-накопителей, л	5200
5	Производительность механического барабанного фильтра, м³/ч	40
6	Объем биологического фильтра, л	3200
7	Объем дегазатора, л	1800
8	Общий объем рыбоводных бассейнов, л	16000
9	Мощность насоса, Вт	2200

Для проведения эксперимента использовали 100 особей клариевого сома по 50 штук в опытной и контрольной группе. Продолжительность эксперимента составила 4 недели. Каждую неделю в период эксперимента проводили промеры основных биологических показателей: массы (М), абсолютной длины (L) и промысловой длины 20-22а (l).

Также для оценки упитанности рыб использовался коэффициент по Фультону (коэф F), который высчитывался по формуле $F=100 \times M/L^3$.

Результаты рыбоводно-биологических показателей клариевого сома в период эксперимента представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Биологические показатели молоди креветки Розенберга в начале эксперимента

Показатель	1 группа (Опыт)	2 группа (Контроль)
Количество особей, шт	50	50
Средняя масса, мг	684±25	679±26
Период выращивания, сут.	28	28
Суточный рацион, %	2	2
Температура выращивания, °C	19-22	
Содержание кислорода, мг/л	5,3-7,1	
Водородный показатель	7,2-8,2	

В период эксперимента кормление опытной и контрольной группы осуществляли 2 раза в сутки (утром и вечером). Суточный рацион составлял 2% от массы тела. За период эксперимента (28 дней) выживаемость рыб составила 100%.

Результаты и обсуждение

Результаты анализа химического состава и питательной ценности приведены в таблице 3. Анализируя данные о химическом составе кормов, используемых при выращивании рыбы,

можно сделать вывод, что растительные компоненты значительно уступают рыбной муке по содержанию протеина и содержат значительное количество клетчатки. По данным множества исследований установлено, что высокое содержание клетчатки может оказывать негативное влияние на усвоение питательных веществ рациона.

Таблица 3 – Химический состав и питательность компонентов комбикорма для выращивания клариевого сома

Компоненты	Содержание, масс %	Содержание в 1 кг сухого вещества корма												ОЭ ккал
		СВ, %	СП, % СВ	СЖ, % СВ	СК, % СВ	СЗ, % СВ	БЭВ, % СВ	Кальций, % СВ	Фосфор, % СВ	Лизин	Метионин	Цистин	Триптофан	
Жмых соевый	30,00	92,0	42,0	3,5	6,5	4,7	43,3	0,2	0,6	2,48	0,52	0,53	0,6	3,357817
Шрот рапсовый	37,00	90,0	35,6	3,5	11,0	3,4	46,6	0,6	1,0	2,10	0,74	0,91	0,45	4,026741
Мясокостная мука	10,00	93,00	43,00	10,00	-	-	47,0	-	-	2,00	0,47	0,34	0,17	1,296221
Зерно ячменя	10,0	87,0	11,7	1,9	5,1	1,9	79,4	0,6	3,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,765664
Зерно гороха	8,0	90,0	25,5	1,5	6,5	3,2	63,3	0,1	0,4	1,5	0,2	0,3	0,2	0,724172
Животный жир	3,00	99,0	0,0	100,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-	-	-	-	1,119132
Кровяная мука	1,97	92,00	77,10	1,60	0,00	0,90	20,4	0,37	0,27	7,04	0,99	1,09	1,08	0,267881
BioFeed-P	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Итого	100,0	*	*	*	*	*	*	*	*					11,6

Соевый жмых содержит: 92% сухого вещества (СВ), 42% сырого протеина (СП), 3,5% сырого жира (СЖ), 6,5% сырой клетчатки (СК), 4,7% сырая зола (СЗ), 43,3% безазотистые экстрактивные вещества (БЭВ), 0,2% кальция, 0,6% фосфора, 2,48 г лизина, 0,52 г метионина, 0,53 г цистина, 0,6 г триптофана.

Зерно ячменя содержит: 87% СВ, 11,7% СП, 1,9% СЖ, 5,1% СК, 31,9% СЗ, 79,4% БЭВ, 0,6% кальция, 3,5% фосфора, 0,4 г лизина, 0,2 г метионина, 0,2 г цистина, 0,1 г триптофана.

Рапсовый шрот содержит: 90% СВ, 35,6% СП, 3,5% СЖ, 11% СК, 3,4% СЗ, 46,6% БЭВ, 0,6% кальция, 1,0% фосфора, 2,1 г лизина, 0,74 г метионина, 0,91 г цистина, 0,45 г триптофана.

Животный и рыбий жир содержат: 99% СВ, 100% СЖ.

Кровяная мука содержит: 92,2% СВ, 77,1% СП, 1,6% СЖ, 0,9% СЗ, 20,4% БЭВ, 0,37% кальция, 0,27% фосфора, 7,04 г лизина, 0,99 г метионина, 1,09 г цистина, 1,08 г триптофана.

Рыбная мука содержит: 92,1% СВ, 64,6% СП, 7,9% СЖ, 0,9% СЗ, 27,5% БЭВ, 0,35% кальция, 0,22% фосфора, 4,99 г лизина, 1,89 г метионина, 0,61 г цистина, 0,74 г триптофана.

Мясокостная мука содержит: 93,1% СВ, 43,6% СП, 9,9% СЖ, 0,9% СЗ, 47% БЭВ, 0,35% кальция, 0,22% фосфора, 2 г лизина, 0,47 г метионина, 0,34 г цистина, 0,17 г триптофана.

На основании данных химического состава и питательности отобранных компонентов были разработаны рецептуры продукционных комбикормов для клариевого сома, представленные в таблице 4.

Согласно исследованиям, в рационе данного вида сома рекомендуют придерживаться следующего соотношения макронутриентов: сырой протеин до 40%, сырой жир до 20%, углеводов до 40% [9].

Таблица 4 – Рецептура продукционного комбикорма для выращивания клариевого сома

Наименование компонента	Содержание масс, %	
Жмых соевый	30,00	
Шрот рапсовый	37,00	
Мясокостная мука	10,00	
Зерно ячменя	10,0	
Зерно гороха	8,0	
Животный жир	3,00	
Кровяная мука	2,00	
BioFeed-P	0,03	
Итого	100,00	
Содержание	в 1 кг корма	
Обменная энергия МДж/кг	12,31	%СВ
Сухое вещество, г	911,50	100,00
Сырой протеин, г	329,72	36,17
Сырой жир, г	83,45	9,16
Сырая клетчатка, г	61,98	6,80
Углеводы, г	409,28	44,90
Кальций, г	3,51	0,39
Фосфор, г	8,46	0,93
Лизин, г	19,85	-
Метионин, г	5,17	-
Цистин, г	5,77	-
Триптофан, г	4,04	-

Подготовленный комбикорм для клариевого сома состоит из: 10% зерна ячменя, 8% зерна гороха, 37% шрота рапсового, 30% жмыха соевого, 3% животного жира, 2% кровяной муки, 10% мясокостной муки. При этом, в комбикорме для клариевого сома содержится 91,2% СВ, 36,2% СП, 9,16% СЖ, 6,8% СК, 44,9% углеводов, 0,39% кальция, 0,93% фосфора, лизина 19,85 г, метионина 5,17 г, цистина 5,77 г, триптофана 4,04 г. Расчетная энергетическая питательность комбикорма для клариевого сома – 12,3 МДж/кг ОЭ.

В период эксперимента каждую неделю проводили контрольные промеры длины и массы клариевого сома для оценки скорости роста. Результаты эксперимента представлены в таблице 5.

Таблица 5 – Результаты эксперимента по кормлению клариевого сома различными кормами

Показатель	1 группа (Опыт)	2 группа (Контроль)
Масса клариевого сома после 1 недели выращивания, г	720±29	702±23
Абсолютный прирост, г	36,1	22,8
Среднесуточный прирост, г	5,2	3,3
Относительный прирост, %	5,3	3,4
Масса клариевого сома после 2 недели выращивания, г	762,8	750,8
Абсолютный прирост, г	42,4	48,8
Среднесуточный прирост, г	6,1	7,0

Продолжение таблицы 5

Относительный прирост, %	5,9	7,0
Масса клариевого сома после 3 недели выращивания, г	780,1	760,4
Абсолютный прирост, г	17,3	9,6
Среднесуточный прирост, г	2,5	1,4
Относительный прирост, %	2,3	1,3
Масса клариевого сома после 4 недели выращивания, г	821,0	796,8
Абсолютный прирост, г	40,9	36,4
Среднесуточный прирост, г	5,8	5,2
Относительный прирост, %	5,2	4,8
Абсолютный прирост за период эксперимента, г	136,7	117,6
Относительный прирост за период эксперимента, %	20,0	17,3
Выживаемость за период эксперимента, %	100	100

Рост рыбы является обобщённым показателем, отражающим условия выращивания и полноценность кормления рыб. В период наших наблюдений контрольные промеры рыб проводили каждые 7 дней. Для характеристики интенсивности роста рыбы использовали показатели абсолютного, относительного и среднесуточного приростов, а также коэффициент упитанности рыб по Фультону.

В экспериментальный период абсолютный прирост рыбы рассчитывали по разности между начальной и конечной массой рыб. Как видно из таблицы 5, абсолютный прирост рыбы после первой недели выращивания был равен 36,1 г, тогда как в конце 4-й недели выращивания достиг 136,7 г при кормлении опытным кормом 1 группы рыб. При кормлении 2-й группы абсолютный прирост был равен 22,8 г (после 1-й недели выращивания), 117,6 на 4-й неделе соответственно.

Относительный прирост рыбы характеризует интенсивность роста рыб в сравнении с начальной массой или в среднем за период выращивания. В период наших исследований, относительный прирост рыбы в группах составил 17,3 и 20,0%.

Среднесуточный прирост или удельная скорость роста показывает процентное изменение массы рыб за каждые сутки периода. Среднесуточный прирост рыбы в среднем составил в опытной группе 4,9 г, тогда как в контрольной 4,23 г.

Прирост клариевого сома выращиваемого в период эксперимента приведен на рисунках 3, 4 и 5.

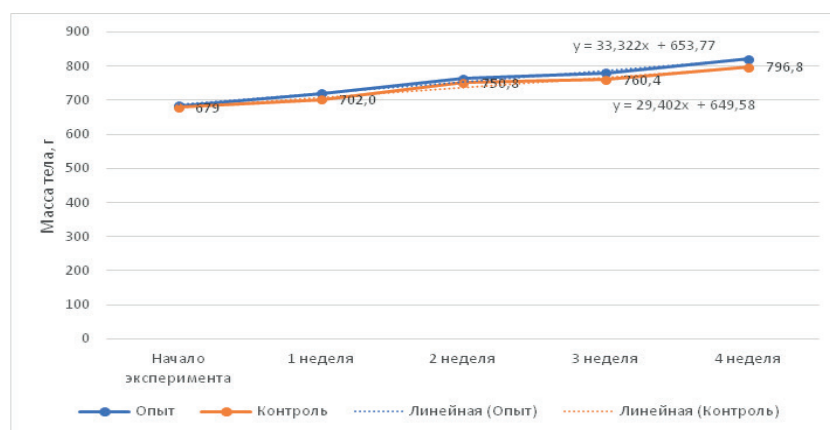


Рисунок 3 – Скорость набора массы тела в период эксперимента

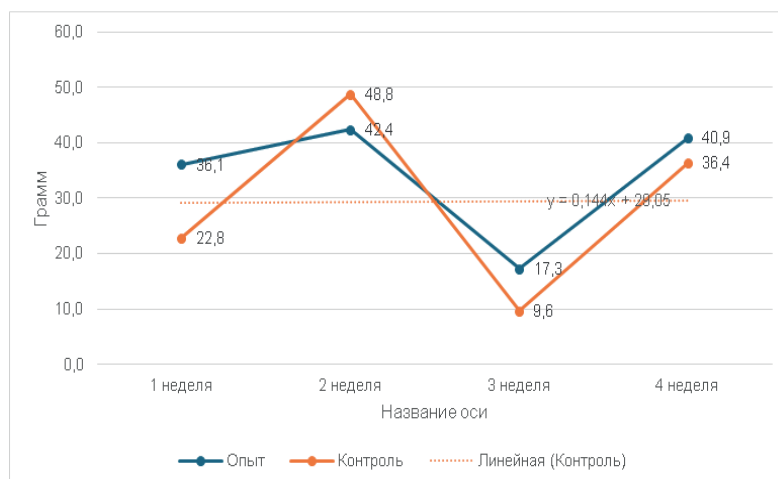


Рисунок 4 – Абсолютные приросты рыбы в период эксперимента

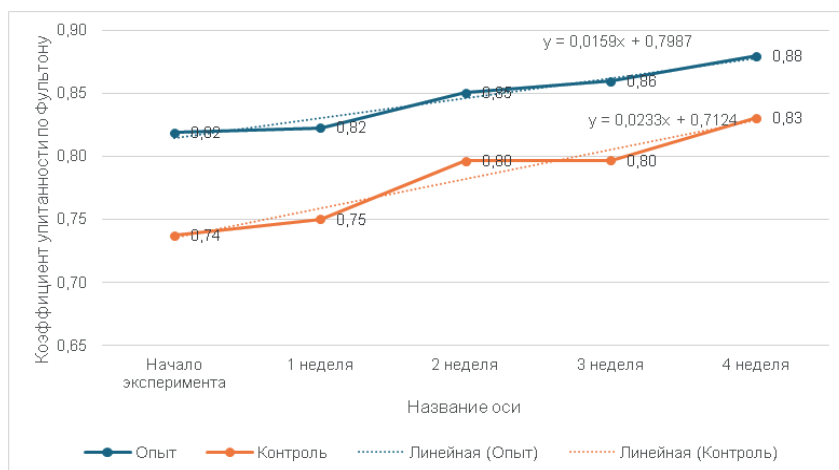


Рисунок 5 – Изменение коэффициента упитанности по Фультону в период эксперимента

Максимальное значение коэффициента упитанности отмечено у рыб 1-й группы при кормлении опытным экструдированным комбикормом, коэффициент составил от 0,82 до 0,88, тогда как в контрольной группе от 0,74-0,83.

Заклучение

Как известно, наиболее богатыми протеином компонентами являются продукты переработки масличных культур и животного происхождения. Так, соевый жмых содержит 42% СП, рапсовый шрот – 35,6% СП, кровяная мука – 77,1% СП, рыбная мука – 64,6% СП, мясокостная мука – 43,6% СП. Данные компоненты наиболее ценные при разработке комбикормов, так как в рационе рыб, в отличие от теплокровных животных, содержание протеина должно быть в пределах 40-50% СВ. Из них наиболее важным особенно в кормлении рыб занимает рыбная мука, которую включали в рационы до 40%. Также важным компонентом в кормлении рыб являются жиры, за счет которых можно получить высокую энергетическую ценность комбикорма. Это жир животного происхождения и рыбий жир, которые вводили в рационы до 10%.

В качестве биодобавки в состав экструдированного комбикорма был использован фитобиотик «BioFeed-P», в состав которого входят более 250 биологически активных компонентов, наиболее значимые из которых для рыб – флавоноиды и органические жирные кислоты, что способствовало улучшению роста рыб.

При кормлении клариевого сома в условиях УЗВ, среднесуточный прирост рыбы в среднем составил в опытной группе 4,9 г, тогда как в контрольной 4,23 г. Относительный прирост рыбы

в группах составил 17,3 и 20,0%. Коэффициент упитанности был на уровне от 0,82 до 0,88, тогда как в контрольной группе от 0,74-0,83.

Таким образом, данные по экспериментам при кормлении клариевого сома экструдированным комбикормом, обогащенным фитобиотиком «BioFeed-P» показали, что опытный корм дал положительный результат по абсолютным и относительным показателям роста рыб, а также выживаемость рыб в период эксперимента составила 100%.

Дальнейшие исследования могут быть направлены на оптимизацию технологического процесса изготовления, определение оптимальных дозировок фитобиотика и оценку его влияния на качество и безопасность мяса рыб при длительном использовании.

Вклад авторов

Все авторы участвовали в проведении исследований. ЖА, ГА, ЖК, ЮА, НК и КО: формулировали результаты, осуществили литературный обзор, провели анализы данных, подготовили статью. ЮА и ГА: осуществили корректировку и провели вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках проекта грантового финансирования ИРН AP23487951 «Разработка экструдированных обогащенных комбикормов для повышения продуктивности рыбы с оценкой ее качества и безопасности».

Список литературы

- 1 Власов, ВА, Пырников, АС. (2015). Использование в кормлении рыб биологически активной добавки «Метаболит плюс». *Природообустройство*, 5, 112-115.
- 2 Зинченко, ЕВ, Панин, АН. (2000). *Иммунобиотики в ветеринарной практике*. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 164.
- 3 Кулаков, ГВ. (2003). *Субтилис*. М.: ООО «Типография «Визави», 48.
- 4 Власов, ВА, Ельшов, АВ, Кулькова, ИС. (2018). Использование биологически активных добавок в кормлении рыб. *Рыбоводство и рыбное хозяйство*, 6(149), 68-77.
- 5 Гусева, ЮА. (2018). Оптимизация кормления - одно из условий получения безопасной рыбной продукции. *Рыбоводство и рыбное хозяйство*, 4(147), 56-63.
- 6 Yarahmadi, P., Ghafari Farsani, H., Khazaei, A., Khodadadi, M., Rashidiyan, G., Jalali, MA. (2016). Protective effects of the prebiotic on the immunological indicators of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) infected with *aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology*, 54, 589-597.
- 7 Межгосударственный стандарт ГОСТ 10385-2014 «Комбикорма для рыб». Общие технические условия (Combined feeding staffs for fishes. General specifications).
- 8 Sultanayeva, L., Karkehabadi, S., Zamaratskaia, G., Balji, Y. (2023). Tannins and flavonoids as feed additives in the diet of ruminants to improve performance and quality of the derived products. A review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29(3), 522-530.
- 9 Власов, ВА, Артеменков, ДА, Панасенко, ВВ. (2012). Использование пробиотика «Субтилис» в качестве добавки в комбикорм при выращивании клариевого сома (*Clarias gariepinus*). *Рыбное хозяйство*, 5, 89-93.

References

- 1 Vlasov, VA, Pysnikov, AS. (2015). Ispolzovanie v kormlenii ryb biologiheski aktivnoi dobavki «Metabolit plys». *Prirodoobustroystvo*, 5, 112–115.
- 2 Zinhenko, EV, Panin, AN. (2000). *Immunobiotiki v veterinarnoi praktike*. Pushino: ONTI PNZ RAN, 164.
- 3 Kulakov, GV. (2003). *Subtilis*. M.: ООО «Tipografia«Vizavi», 48.

4 Vlasov, VA, Elshov, AV, Kulkova, IS. (2018). Ispolzovanie biologicheskii aktivnykh dobavok v kormlenii ryb. *Rybovodstvo i rybnoe hozyistvo*, 6(149), 68-77.

5 Guseva, YA. (2018). Optimizatsiya kormleniya -odno iz uslovii poluhenia bezopasnoi rybnoi produkcii. *Rybovodstvo i rybnoe hozyistvo*, 4(147), 56-63.

6 Yarahmadi, P., Ghafari Farsani, H., Khazaei, A., Khodadadi, M., Rashidiyan, G., Jalali, MA. (2016). Protective effects of the prebiotic on the immunological indicators of rainbow trout (*Oncorhynchus Mykiss*) infected with *aeromonas hydrophila*. *Fish & Shellfish Immunology*, 54, 589-597.

7 Mezghosudarstvennyi standart GOST 10385-2014 «Kombikorma dlya ryb». Obshhie tehnicheckie usloviya (Combined feeding staffs for fishes. General specifications). (2014).

8 Sultanayeva, L., Karkehabadi, S., Zamaratskaia, G., Balji, Y. (2023). Tannins and flavonoids as feed additives in the diet of ruminants to improve performance and quality of the derived products. A review. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 29(3), 522-530.

9 Vlasov, VA, Artemenkov, DA, Panasenkov, VV. (2012). Ispolzovanie probiotika «Subtilis» v kahestve dobavki v kombikorm pri vyrashivani klariyevogo soma (*Clarias gariepinus*). *Rybnoe hozyistvo*, 5, 89-93.

Экструдатталған құрама жемге фитобиотиктарды қосу арқылы кларийлі жайынды азықтандыру тәжірибесі

Адильбеков Ж.Ш., Аубакирова Г.А., Балджи Ю.А., Куанчалеєв Ж.Б.,
Казтай Н.К., Оразғалиева К.С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада 2024-2025 жылдары кларий жайынды экструдатталған құрама жемге фитобиотиктарды қосу арқылы азықтандыру бойынша зерттеу нәтижелері келтірілген. Өсімдік қоспасы ретінде «BioFeed-P» фитобиотигі қолданылды. Экструдатталған байытылған құрама жемнің азықтық құндылығының анықтауы жүргізілді, дайын азықтың органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Таңдалған компоненттердің химиялық құрамы мен тағамдық деректеріне сүйене отырып, кларий жайынына арналған өнімділік құрама жемдердің рецептурасы жасалды.

Материалдар мен әдістер. Экструдатталған байытылған құрама жемнің азықтық құндылығын анықтау FOSS NIRSDS 25000 анализаторында жүргізілді, ГОСТ 10385-2014 Балықтардың азықтары талаптарына сәйкес дайын жемнің органолептикалық және физика-химиялық қасиеттері зерттелді. Балықтың өсу қарқындылығын сипаттау үшін абсолютті, салыстырмалы және орташа тәуліктік өсу көрсеткіштері, сондай-ақ Фультон бойынша балықтың қандылық коэффициенті қолданылды.

Нәтижелер. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде фитобиотик қосылған жем және оның балықтың өсуіне әсері зерттелді. Орташа тәуліктік өсу немесе нақты өсу қарқыны кезеңнің әр күніндегі балықтың салмағының пайыздық өзгерісін көрсетеді. Балықтың орташа тәуліктік өсуі орташа есеппен тәжірибе тобында 4,9 г, ал бақылау тобында 4,23 г құрады.

Қорытынды. Нәтижелер бойынша кларийлі жайынды құрама жеммен байытылған биологиялық қоспамен азықтандыру кезінде бұл тәжірибелік азық Қазақстан-Чех халықаралық аквакультура ғылыми орталығының тұйық сумен жабдықтау қондырғылары жағдайында кларийлі жайынды азықтандыруда оң нәтиже берді.

Кілт сөздер: экструдатталған құрама азық; тұйық сумен жабдықтау қондырғылары; кларийлі жайын; фитобиотиктер.

Experience of feeding african catfish with extruded compound feeds containing phytobiotics

Zhanat Sh. Adilbekov, Gulzhan A. Aubakirova, Yuriy A. Balji, Zhaxygali B. Kuanchaleyev,
Nurzhan K. Kaztay, Kalamkas S. Orazgaliyeva

Abstract

Background and Aim. With the rapid development of aquaculture in the Republic of Kazakhstan, the demand for high-quality fish feed is steadily increasing. Strict requirements for protein and fat content, combined with the need to enhance nutritional value, digestibility, and safety through barothermal processing and enrichment with bioactive components such as phytobiotics, necessitate the development of new types of extruded feeds for African catfish (*Clarias gariepinus*). This study aimed to evaluate the effects of an extruded compound feed enriched with the phytobiotic 'BioFeed-P' on the growth performance and survival rate of African catfish.

The study was conducted in 2024-2025, and involved feeding African catfish with extruded compound feeds containing phytobiotics. The phytobiotic "BioFeed-P" was used as a plant-derived bioadditive. The nutritional value of the extruded, enriched compound was determined, and the organoleptic and physicochemical properties of the finished feed were studied. Based on the chemical composition and nutritional value of the selected components, formulations for commercial production compound feeds for African catfish were developed.

Materials and Methods. The nutritional value of the extruded, enriched compound feed was determined using a FOSS NIRSDS 25000 analyzer. The organoleptic and physicochemical properties of the finished feed were studied in accordance with the requirements of GOST 10385-2014, "Compound feed for fish". To characterize the intensity of fish growth, absolute, relative, and average daily weight gains were used, as well as Fulton's condition factor for fish.

Results. Feed formulations enriched with the phytobiotic BioFeed-P were developed, the feed production technology was optimized, and its effect on fish growth was determined. The average daily weight gain of fish in the experimental group was 4.9 g, which is 13.6% higher than that in the control group.

Conclusion. This study demonstrated that the use of extruded feed enriched with the phytobiotic BioFeed-P ensures high feeding efficiency for African catfish (*Clarias gariepinus*) in recirculating aquaculture systems at the Kazakhstan-Czech International Scientific Center for Aquaculture. Due to its optimal protein (40-50%) and fat (up to 10%) content, as well as the application of advanced processing technologies such as extrusion and vacuum oil coating, the feed exhibited high digestibility and water stability.

Keywords: extruded compound feeds; recirculating aquaculture system; African catfish; phytobiotics.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р.108-117. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1893

УДК 639.3:616.98

Обзорная статья

Ретроспективный анализ и текущие тенденции заболеваемости промысловых видов рыб водоёмов Ертисского бассейна (Казахстан, Центральная Азия)

Қуанышбекова Г.Қ.¹ , Кириченко О.И.² , Надирбаева Г.Т.¹ , Кабдолов Ж.Р.¹ ,
Аубакиров Б.С.¹ , Притыкин И.В.¹ 

¹ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Алтайский филиал,
Усть-Каменогорск, Казахстан

²ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Северный филиал,
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Куанышбекова Г.Қ.: gulfur-5555@mail.ru

Соавторы: (1: ОИ) kirichenko56@yandex.ru; (2: ГТ) gulsim.nad@mail.ru;
(3: ЖР) zharkyn.kabdolov@mail.ru; (4: БС) baur4320@mail.ru; (5: ИВ) ivan_prit@mail.ru

Получено: 04-04-2025 **Принято:** 28-05-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Рыбное хозяйство в Казахстане играет важную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны. Однако отрасль сталкивается с проблемами, связанными с инфекционными и паразитарными заболеваниями рыб, что снижает продуктивность водоёмов и ухудшает качество рыбы. В связи с этим, актуальным остаётся проведение ихтиопатологических исследований. Одной из ключевых зон мониторинга является Ертисский бассейн в Восточном Казахстане значимая экосистема с развитой ихтиофауной и активным промыслом.

Целью данного исследования было изучение распространённости паразитарных и инфекционных заболеваний рыб в водоёмах Ертисского бассейна на основе многолетнего мониторинга.

Анализ основан на данных ихтиологического, паразитологического и вирусологического наблюдения, проводившегося в водохранилищах Буктырма, Шульбинское, Усть-Каменогорское, озере Жайсан, водохранилищах канала имени Каныша Сатпаева, а также в реке Ертис в период с 1970-х годов по 2024 год. Оценка заболеваемости проводилась по экстенсивности инвазии, видовому составу поражённых рыб и географической распространённости.

Выявлены устойчивые очаги заболеваний, влияющие на популяцию рыб. За период с 1970 по 2024 гг. зафиксированы три ключевых заболевания: дерматофибросаркома у судака (пик в 1980-1983 гг. до 57%), лигулёз и диграмоз у карповых рыб (до 50% в 1980 г. и 35% в 2012 г. соответственно). В последние годы заболеваемость снизилась. Обнаружение *Opisthorchis spp.* не сопровождалось выявлением промежуточных хозяев, что снижает риск описторхоза. На всех исследованных водоёмах наблюдается благополучная эпизоотическая обстановка по особо опасным вирусным заболеваниям весенней виремии карпа и инфекционному геморрагическому некрозу. Полученные данные подтверждают цикличность и непредсказуемость болезней, что требует регулярного мониторинга.

Ключевые слова: водохранилище; диграмоз; дерматофибросаркома; Ертисский бассейн; лигулёз; озеро.

Введение

Актуальность данной работы заключается в необходимости анализа эпизоотической ситуации на рыбохозяйственных водоемах Ертисского бассейна, что представляет собой важный шаг в решении проблемы снижения рыбопродуктивности и обеспечения качества рыбной продукции. Исследование основано на значении водоемов региона для рыбного хозяйства Казахстана, что особенно важно в контексте достижения целей «Концепции по переходу Республики Казахстан к «зеленой экономике», утвержденной Указом Президента РК от 30 мая 2013 года № 577. В частности, одной из приоритетных задач в рамках этой Концепции является увеличение производства рыбной продукции, что напрямую связано с эффективным управлением экосистемами водоемов и снижением риска распространения инфекционных заболеваний среди рыб.

Мониторинг эпизоотической ситуации на основных рыбопромысловых водоемах Ертисского бассейна стал важной составляющей комплекса мероприятий, направленных на предотвращение распространения заболеваний среди рыб. Однако, несмотря на важность этой задачи, материалы о болезнях рыб в Восточно-Казахстанской области до сих пор остаются недостаточно исследованными, что создает пробелы в научных знаниях и практике управления рыбным хозяйством региона.

Материалы о болезнях рыб в Восточно-Казахстанской области по-прежнему малоизучены. Первые исследования в области болезней рыб Восточного Казахстана были проведены ещё в 1938 году, включая работы В.А. Захваткина и Г.И. Ручевой, посвящённые паразитам рыб в озере Жайсан (ранее - озеро Зайсан) и реке Кара Ертис (ранее - река Черный Иртыш) [1, 2].

Новизна работы заключается в исследовании ихтиопатологической ситуации на новом этапе, включая ретроспективный анализ эпизоотической ситуации, а также систематизации данных, которые могут послужить основой для разработки более эффективных мер по управлению состоянием рыбных ресурсов региона.

Для ретроспективного анализа использовались архивные данные из отчётов Алтайского отделения ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства» и Алтайского филиала ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» за период с 1970 по 2024 год. Эти данные применялись для сравнительного ретроспективного анализа на озере Жайсан, водохранилищах Буктырма, Усть-Каменогорское, Шульбинское, реке Ертис и водохранилищах Канала имени Каныша Сатпаева [3, 4, 5, 6, 7].

В настоящее время проводится совместная работа с ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт» и ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии» в рамках совместных исследований.

Паразитологические исследования проводились по методикам, описанным в литературных источниках [8, 9, 10, 11], с использованием сертифицированных паразитологических методов. Пробы для вирусологических исследований отбирались в соответствии с Руководством Международного эпизоотического бюро по диагностике болезней водных животных. Паразиты и вирусы идентифицировались на основе существующих определителей фауны пресноводных рыб [12, 13, 14].

Для ловли рыбы, предназначенной для ихтиопатологических исследований, использовались ставные сети с ячейками размером от 20 до 80 мм. Пробы гидробиологического материала (зоопланктона и макрозообентоса) отбирались с прибрежных и удалённых от берега участков с помощью сетей Джеди и дночерпателей Петерсена [15].

Ертисский бассейн, расположенный в Восточном Казахстане, представляет собой важную экосистему с разнообразной ихтиофауной. По результатам ежегодного ихтиологического мониторинга в водоёмах бассейна были зафиксированы случаи заболеваний рыб, широко распространённых, как в естественных, так и в искусственных водоёмах. Среди выявленных заболеваний преобладают инвазивные болезни, такие как лигулёз, диграммоз и инфекционное заболевание дерматофибросаркома (таблица 1). Лигулёз и диграммоз, вызываемые плероцеркоидами ленточных червей, характеризуются периодическими вспышками и колебаниями заболеваемости, что оказывает значительное влияние на рыбопродуктивность

в регионе. Чаще всего эти заболевания регистрировались у карповых видов рыб. Основным носителем возбудителя лигулёза являются плотва, язь, диграммоса – серебряный карась, золотой карась, лещ, толстолобики, карп. Плероцеркоиды лигул и диграмм крупные, мускулистые, ремневидные. Они белого цвета, длиной от 10 до 100 см и шириной 1-1,2 см. Развитие ремнецов проходит с участием окончательного (рыбоядных птиц), промежуточного (веслоногих рачков) и дополнительного (рыб) хозяев [16, 17, 18, 19].

Среди наиболее заметных заболеваний, проявившихся в исследуемый период и угрожающих состоянию рыбных запасов, выделяется дерматофибросаркома (*Dermal sarcoma*) у судака. Это заболевание представляет собой злокачественную опухоль, поражающую кожу и подкожные ткани рыбы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Судак, пораженный дерматофибросаркомой в области головы
(фото взято из методических рекомендаций, автор Нуршин К.А)

В Казахстане заболевание судака, диагностированное как взрывающаяся дерматофибросаркома, представляет собой злокачественную опухоль соединительно-тканного происхождения [16].

Впервые зарегистрировано в 30-40-х годах XX столетия в Волго-Каспийском и Азовском бассейнах. В результате акклиматизации судака (в основном из реки Урал) оно стало регистрироваться в 60-70-х годах в водоемах Казахстана: озерах Балкаш, Алаколь, Сасыкколь, Челкар, Малое Чебачье, Жайсан, водохранилище Буктырма, а в 70-80-х заболевание приняло эпизоотический характер [16]. Начиная с 1984-1985-х годов, заболеваемость судака дерматофибросаркомой имеет тенденции к снижению, а последние 20 лет болезнь регистрируется в единичных случаях [16]. Клинически взрывающаяся дерматофибросаркома проявляется в виде взрывающихся очагов, расположенных на коже. Размеры опухолей варьируют от едва заметного точечного инфильтрата до огромных распадающихся конгломератов [16].

В истории основного рыбопромыслового водоема водохранилища Буктырма уже были периоды, когда эти болезни принимали характер массовых эпидемий. В 1980-х годах резко увеличилась пораженность саркомой судака [20]. Эпизоотия саркомы явилась одним из факторов, сдерживавших рост популяции судака при ее излишней плотности в условиях маловодья и сразу после него. В конце 1970-х г. зараженность рыб этим заболеванием приблизилась к 14%. В 1976 г. специальным исследованием по всей акватории водоема было зафиксировано 5% больных рыб [20]. В период эпизоотии 1980-1983 гг. численность больных особей выросла до 57%, а к последующему году упала до 30% [20]. В 1997-2002 году распространенность заболевания колебалась от 5% до 30% в зависимости от сезона (таблица 1). В последующие годы заболеваемость снизилась, что связывают с сокращением популяции судака из-за интенсивного рыболовства, однако в 2014-2015 годах заболевание вновь появилось в Шульбинском водохранилище, что подтвердило периодичность и непредсказуемость распространения этого заболевания (таблица 1). Фоновое состояние заболеваемости судака Шульбинского водохранилища дерматофибросаркомой в 90-х годах прошлого столетия составляло 1-2%. В дальнейшем, с интенсификацией вылова и, как следствие, разряжением численности популяции, заболевание практически исчезло [20].

В то же время на современном этапе (2024 год) инфекционные болезни рыб в регионе демонстрируют благополучный эпизоотический статус по особо опасным вирусным инфекциям таким, как весенняя виремия карпа (ВБК) и инфекционный геморрагический некроз (ИГН), входящим в перечень заболеваний Международного эпизоотического бюро (МЭБ) для водных животных. Это указывает на стабильную вирусную обстановку в регионе и отсутствие угрозы массовых эпидемий среди рыб [21].

Лигулёз (*Ligulosis*), вызываемый личинками *Ligula intestinalis* (Linnaeus, 1758) и *Ligula (Digramma) interrupta* (Logan, 2004) продолжает оставаться одним из самых распространённых заболеваний рыб в Ертысском бассейне, особенно среди леща и плотвы (рисунок 2).



Рисунок 2 – Лещ, пораженный *Ligula intestinalis*. Фото автора Маркова Е.О., ВНИРО

Водохранилище Буктырма и Шульбинское водохранилище являются основными зонами распространения этого заболевания. В 2002 году заболеваемость среди леща длиной до 20 см достигала 20%, что является довольно высоким показателем (водохранилища Буктырма и Шульбинское водохранилище). В дальнейшем, особенно в период с 2014 по 2015 год, заболеваемость лигулёзом была значительно ниже (Шульбинское водохранилище), но отдельные вспышки болезни продолжали фиксироваться, например, в 2017 году на озере Жайсан и в ГУ-1 в 2003 году (водохранилища Канала имени Каныша Сатпаева) (таблица 1). Эпизоотия лигулёза была зафиксирована в конце 1980-х годов в результате резкого повышения уровня воды в водохранилище Буктырма, что затопило источники органического загрязнения и вызвало всплеск численности зоопланктёров - переносчиков лигулёза. В условиях перенаселения водоёма лещом и ограниченности кормовых ресурсов неполовозрелые особи массово перешли с питания бентосом на планктон. В результате эпизоотии более половины из них погибли, что значительно повлияло на рыбные запасы [20].

Диграммоз (*Digrammiasis*), вызываемый паразитическими ленточными червями, *Ligula (Digramma) interrupta* (Logan, 2004) также был зафиксирован в водоёмах бассейна (рисунок 3).



Рисунок 3 – Лещ, пораженный диграммами (озеро Жайсан). Фото из архива Алтайского филиала, автор С.Б.Нигметжанова

Однако, в последние годы поражаемость этим заболеванием имеет тенденцию к снижению. В 2013–2015 годах заболеваемость леща в водохранилище Буктырма составила 1,7–2,7%, а в последующие годы фиксировались лишь единичные случаи. Эпизоотия диграммоза у двухлеток лещей была зарегистрирована в 2012 году в озере Жайсан, когда после шторма береговая зона на 4 км была покрыта погибшими рыбами [20]. В период с 2013 по 2024 годы уровень заражённости леща диграммозом в озере Жайсан снизился и колебался в пределах 1,2–3,8%, в среднем 1,9%, а

в Шульбинском водохранилище до 0,7% (2016 г.) (таблица 1). Однако, численность циклопов – промежуточных хозяев ремнецов, во многих водоемах Восточного Казахстана остается высокой, поэтому вспышки заболеваемости леща, плотвы вполне возможны. Это также указывает на нестабильность экосистемы и необходимость тщательного мониторинга.

Таблица 1 – Показатели заболеваемости промысловых видов рыб в водоёмах Ертисского бассейна

Заболеваемость	Виды рыб	Водоем	Год	Процент заболеваемости
Дерматофибро-саркома	Судак	Водохранилище Буктырма	1970-1976	5-14%, в среднем 9,5%
			1980-1983	57%
			1997-2002	5-30%, в среднем 14%
		Шульбинское водохранилище	2014-2015	0,8-1,4%, в среднем 1,1%
Лигулёз	Лещ	Водохранилище Буктырма	1980	50%
		Водохранилище Буктырма	2002-2004	3,0-20%, в среднем 10,1%
		Озеро Жайсан	2017-2023	0,2-2,5%, в среднем 1,1%
	Лещ, плотва	Шульбинское водохранилище	2002-2003	3,0-20%, в среднем 9,7%
			2014-2015	0,5-2,8%, в среднем 1,9%
		Водоемы канала имени Каныша Сатпаева (ГУ-1)	2003	10-12%, в среднем 11%
Диграммоз	Лещ	Водохранилище Буктырма	2013-2015	1,7-2,7%, в среднем 2,4%
			2012	35%
		Озеро Жайсан	2013-2024	1,2-3,8%, в среднем 1,9%
			2016	0,7%

Следует отметить, что в 2024 году в ходе паразитологических исследований в водохранилище Буктырма были обнаружены сосальщики рода *Opisthorchis spp.* у плотвы, линя, леща и язя, что имеет эпидемиологическое значение. Тем не менее, в составе макрозообентоса в том же году не были зафиксированы моллюски из рода *Bithynia*, являющиеся промежуточными хозяевами сосальщика *Opisthorchis spp.*, вызывающего опасное заболевание описторхоз. На протяжении многих лет они не встречаются в макрозообентосе всех водоемов Ертисского бассейна. Однако, в 2005 году, после длительного перерыва, в макрозообентосе водохранилища Буктырма были обнаружены моллюски из рода *Bithynia* в горно-долинной части в заливе Кара-Джурга, в частности моллюск *Bithynia leachi*. В 60-х годах, также встречался вид *Bithynia tentaculata*, который не был зафиксирован в водохранилище в 90-е годы. В 2009 году *Bithynia leachi* (Sheppard) был найден в озере Жайсан, а в 2011 году *Bithynia inflata* (Hansen) в затонах и протоках реки Ертис. В 2020 году *Bithynia tentaculata* (Linnaeus) был обнаружен в водохранилищах Канала имени Каныша Сатпаева.

Заключение

Анализ эпизоотической ситуации на рыбохозяйственных водоёмах Ертисского бассейна за период 1970-2024 годов выявил устойчивое наличие очагов паразитарных и инфекционных заболеваний рыб, оказывающих существенное влияние на их популяционную структуру и рыбопродуктивность региона. В указанный период зафиксированы случаи заболеваний, включая

дерматофибросаркому у судака (эпизоотия 1980-1983 гг. с пиком до 57%), а также паразитарные инвазии, такие как лигулёз и диграммоз у карповых видов рыб (до 50% в 1980 г. и 35% в 2012 г. соответственно).

Согласно архивным материалам Алтайского филиала ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», наибольшую эпизоотическую значимость имела дерматофибросаркома у судака. Это заболевание регистрировалось исключительно в водохранилищах Буктырма и Шульбинском: в первом в 1970-1976 (в среднем 9,5%), 1980-1983 (57%) и 1997-2002 годах (в среднем 14%), во втором в 2014-2015 годах (в среднем 1,1%). В остальных водоёмах случаи заболевания не выявлены. В последние годы наблюдается устойчивая тенденция к снижению заболеваемости (2014-2015 гг.).

Среди паразитарных заболеваний ведущее место занимает лигулёз, регистрируемый у леща и плотвы в озере Жайсан, водохранилищах Буктырма и Шульбинском, а также в водоёмах канала имени Каныша Сатпаева (ГУ-1). На этих водоёмах заболевание выявлялось периодически, в 1980 (50%) и 2002-2004 гг. (в среднем 10,1%) в водохранилище Буктырма, в 2017-2023 гг. (в среднем 1,1%) в озере Жайсан, в 2002-2003 гг. (в среднем 9,7%) и 2014-2015 гг. (в среднем 1,9%) в Шульбинском, в 2003 году (в среднем 11%) в водоёмах канала имени Каныша Сатпаева (ГУ-1). В других водоёмах случаи заболевания не зафиксированы. В последние годы (2017-2023 гг.) наблюдается устойчивое снижение показателей распространённости (по архивным данным Алтайского филиала).

Диграммоз обнаружен только у леща в озере Жайсан, а также в водохранилищах Буктырма и Шульбинском в период с 2012 по 2024 годы. Заболевание отмечено в водохранилище Буктырма в 2013-2015 гг. (в среднем 2,4%), озере Жайсан в 2012 (в среднем 35%) и в 2013-2024 гг. (в среднем 1,9 %) и Шульбинском водохранилище в 2016 г. (0,7%). На других водоёмах заболевание не выявлено. В последние годы, также отмечается тенденция к снижению заболеваемости (2016 г.).

По результатам анализа собранного материала в водоёмах Ертисского бассейна установлены средние показатели заболеваемости рыб, наибольший уровень отмечен у судака, поражённого дерматофибросаркомой, заболеваемость составила в среднем 20,4%. Лигулёз у леща и плотвы средняя заболеваемость составила 14%. Диграммоз у леща заболеваемость составила в среднем 10%. Данные основаны на анализе собранного биологического материала в пределах указанного региона.

Несмотря на выявление паразита *Opisthorchis* spp. у рыб (плотвы, леща, линя, язя) специалистами ТОО «Казахский научно-исследовательский ветеринарный институт», в 2024 году моллюски рода *Bithynia* обязательные промежуточные хозяева не были обнаружены, что снижает риск распространения описторхоза на текущем этапе. Однако их выявление в отдельных водоёмах в предыдущие годы (2005, 2009, 2011, 2020) требует настороженности (по архивным данным Алтайского филиала).

Мониторинг, проведённый совместно с ТОО «Научно-производственный центр микробиологии и вирусологии» в 2024 году, подтвердил благополучную эпизоотическую обстановку по особо опасным вирусным заболеваниям весенней виремии карпа и инфекционному геморрагическому некрозу на всех исследованных водоёмах (по архивным данным Алтайского филиала).

Таким образом, приведённые данные подтверждают необходимость продолжения регулярного эпизоотического мониторинга, особенно в водоёмах с исторически высокой экстенсивностью инвазии. Также остаётся актуальной разработка и внедрение профилактических, санитарно-рыбоводных мероприятий для предотвращения новых вспышек заболеваний и обеспечения устойчивого функционирования рыбного хозяйства Ертисского бассейна.

Вклад авторов

ГК, ГТ, ЖР и БС: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили статью. ИВ и ОИ: провёл окончательную редакцию и вычитку статьи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию статьи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках программно-целевого финансирования на 2024-2026 годы научно-технической программы BR23591095 «Комплексные исследования водоёмов для сохранения и устойчивого использования водных биологических ресурсов на основании оценки их потенциала и моделирования динамики запасов». По проекту: «Ихтиопатологические исследования промысловых видов рыб в основной рыбопромысловых водоемах Казахстана, и разработка комплексных мероприятий по снижению рисков массового распространения заразных болезней рыб».

Благодарность

Выражаем благодарность специалистам, при содействии которых были проведены исследования в ТОО «Научно -производственный центр микробиологии и вирусологии» и ТОО «Казахский научно -исследовательский ветеринарный институт».

Список литературы

- 1 Захваткин, ВА. (1938). Паразитофауна рыб оз. Зайсан и р. Черного Иртыша. *Ученые записки Пермского государственного университета*, 3(2), 193-247.
- 2 Ручьева, ГИ. (1938). Паразитофауна чебака или сибирской плотвы *Rutilus rutilus lacustris* оз. Зайсан и р. Черного Иртыша. *Ученые записки Пермского государственного университета*, 3(2), 267-276.
- 3 Куликов, ЕВ, Девятков, ВИ, Кириченко, ОИ, Куликова, ЕВ. (1998-2000). *Биоэкологические основы функционирования водных экосистем главных рыбопромысловых водоемов и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов. Раздел: Бухтарминское водохранилище (заключительный)*. Отчёт о НИР. Усть-Каменогорск: 94, 50-80.
- 4 Куликов, ЕВ, Девятков, ВИ, Кириченко, ОИ, Куликова, ЕВ. (2001). *Оценка состояния рыбных ресурсов главных рыбопромысловых водоемов Казахстана, разработка эффективных природоохранных мероприятий и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов*. Отчёт о НИР. Алтайское отделение КазНИИ рыбного хозяйства. Усть-Каменогорск: 99, 85-88.
- 5 Куликов, ЕВ, Девятков, ВИ, Кириченко, ОИ, Куликова, ЕВ. (2004). *Экологический мониторинг, разработка путей сохранения биоразнообразия и устойчивого использования ресурсов рыбопромысловых водоемов трансграничных бассейнов*. Отчёт о НИР. Алтайское отделение КазНИИ рыбного хозяйства. Усть-Каменогорск: 289, 55-250.
- 6 Куликов, ЕВ, Девятков, ВИ, Кириченко, ОИ, Куликова, ЕВ. (2002-2003). *Оценка состояния рыбных ресурсов основных рыбопромысловых водоемов Казахстана, разработка эффективных природоохранных мероприятий и рекомендации по рациональному использованию их биоресурсов*. Отчёт о НИР. Алтайское отделение КазНИИ рыбного хозяйства. Усть-Каменогорск: 280, 110-200.
- 7 Кириченко, ОИ, Ануарбеков, СМ, Аубакиров, БС, Девятков, ВИ. (2014-2023). *Определение рыбопродуктивности рыбохозяйственных водоемов и/или их участков, разработка биологических обоснований предельно допустимых объемов изъятия рыбных ресурсов и других водных животных и выдача рекомендаций по режиму и регулированию рыболовства на водоемах международного, республиканского и местного значений. Биологическое обоснование*. Отчёт о НИР. Алтайское отделение КазНИИ рыбного хозяйства. Усть-Каменогорск: 300, 220-230.
- 8 Быховская-Павловская, ИЕ. (1985). *Методы паразитологических исследований*. Ленинград: Наука, 120, 45-90.
- 9 Пономарев, АБ, Пикулева, ЭА. (2014). *Методология научных исследований*. 186, 48-89.
- 10 Кротенков, ВП. (2019). *Практикум по ихтиопатологии*. Смоленск: 256, 11-21.
- 11 Аршаница, НМ, Стекольников, АА, Гребцов, МР. (2025). *Ихтиопатология. Токсикозы рыб*. Санкт-Петербург: 264, 80-85.

- 12 Потемкина, ВА, Демидов, НВ. (1956). *Справочник по диагностике и терапии гельминтозов животных*. Москва: 351, 120-250.
- 13 Гаевская, АВ. (2004). *Паразиты и болезни морских и океанических рыб в природных искусственных условиях*. Гидрофизика, 237, 180-220.
- 14 Шульман, СС. (1984). *Определитель паразитов пресноводных рыб фауны СССР*. Ленинград: 428, 250-360.
- 15 Шарапова, ЛИ, Фаломеева, АП. (2018). *Методическое пособие при гидробиологических рыбохозяйственных исследованиях водоемов Казахстана (планктон, зообентос)*. Издание 2-ое переработанное и дополнение. Алматы: 43, 11-30.
- 16 Жатканбаева, ДМ. (2012). *Основные болезни промысловых рыб Казахстана*. Алматы: 88, 11-46.
- 17 Женихова, НИ, Шакиров, ВЕ. (2023). *Ихтиопатология: учебное пособие*. Екатеринбург: 184, 11-142.
- 18 Гертман, АМ. (2023). *Болезни промысловых рыб: учебное пособие*. Санкт-Петербург: 156, 120-125.
- 19 Низалидина, ОВ. (2018). Ихтиопатология на современном этапе: диагностика и профилактика болезней рыб. *Ветеринарный журнал Беларуси*, 40, 20-30.
- 20 Куликов, ЕВ, Десятков, ВИ, Кириченко, ОИ, Куликова, ЕВ. (2013). *Эколого-эпизоотический мониторинг состояния гидробиоценозов основных рыбохозяйственных водоемов Казахстана и изучение генетической структуры естественных популяций ценных видов рыб для оценки их состояния, сохранения и эффективного использования*. Отчёт о НИР. Усть-Каменогорск: 63, 41-55.
- 21 Кириченко, ОИ. (2024). *Ихтиопатологические исследования промысловых видов рыб в основных рыбопромысловых водоёмах Казахстана, и разработка комплексных мероприятий по снижению рисков массового распространения заразных болезней рыб*. Отчёт о НИР. Алматы: 157, 85-90.

References

- 1 Zahvatkin, VA. (1938). Parazitofauna ryb oz. Zaisan i r. Chernogo Irtysya. *Uchenye zapiski Permskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3(2), 193-247. [in Russ].
- 2 Rucheva, GI. (1938). Parazitofauna chebaka ili sibirskoj plotvy Rutilus rutilus lacustris oz. Zajsan i r. Chernogo Irtysya. *Uchenye zapiski Permskogo gosudarstvennogo universiteta*, 3(2), 267-276. [in Russ].
- 3 Kulikov, EV, Devyatkov, VI, Kirichenko, OI, Kulikova, EV. (1998-2000). *Bioekologicheskie osnovy funkcionirovaniya vodnyh ekosistem glavnih rybopromyslovyh vodoemov i rekomendacii po racionalnomu ispolzovaniyu ih bioresursov. Razdel: Buhtarminskoe vodohranilishche (zaklyuchitelnyj)*. Otchet o NIR. Ust-Kamenogorsk: 94, 50-80. [in Russ].
- 4 Kulikov, EV, Devyatkov, VI, Kirichenko, OI, Kulikova, EV. (2001). *Ocenka sostoyaniya rybnih resursov glavnih rybopromyslovyh vodoemov Kazahstana, razrabotka effektivnyh prirodohrannyh meropriyatij i rekomendacii po racionalnomu ispolzovaniyu ih bioresursov. Altaiskoe otdelenie KazNII rybnogo hozyajstva*. Otchet o NIR. Ust-Kamenogorsk: 99, 85-88. [in Russ].
- 5 Kulikov, EV, Devyatkov, VI, Kirichenko, OI, Kulikova, EV. (2004). *Ekologicheskij mon-itoring, razrabotka putej sohraneniya bioraznoobraziya i ustojchivogo ispolzovaniya resursov rybopromyslovyh vodoemov transgranichnyh bassejnov*. Otchet o NIR. Altaiskoe otdelenie KazNII rybnogo hozyajstva. Ust-Kamenogorsk: 289, 55-250. [in Russ].
- 6 Kulikov, EV, Devyatkov, VI, Kirichenko, OI, Kulikova, EV. (2002-2003). *Ocenka sostoyaniya rybnih resursov osnovnyh rybopromyslovyh vodoemov Kazahstana, razrabotka effektivnyh prirodohrannyh meropriyatij i rekomendacii po racionalnomu ispolzovaniyu ih bioresursov*. Otchet o NIR. Altaiskoe otdelenie KazNII rybnogo hozyajstva. Ust-Kamenogorsk: 280, 110-200. [in Russ].
- 7 Kirichenko, OI, Anuarbekov, SM, Aubakirov, BS, Devyatkov, VI. (2014-2023). *Opreделение ryboproduktivnosti rybohozyajstvennyh vodoemov i/ili ih uchastkov, razrabotka biologicheskikh obosnovanij predel'no dopustimyh obemov izyatiya rybnih resursov i drugih vodnyh zhivotnyh i*

vydacha rekomendacij po rezhimu i regulirovaniyu rybolovstva na vodoemah mezhdunarodnogo, respublikanskogo i mestnogo znachenij. Biologicheskoe obosnovanie. Otchet o NIR. Altajskoe otdelenie KazNII rybnogo hozyajstva. Ust-Kamenogorsk: 300, 220-230. [in Russ].

8 Byhovskaya-Pavlovskaya, IE. (1985). *Metody parazitologicheskikh issledovanii*. Leningrad: Nauka, 120, 45-90. [in Russ].

9 Ponomarev, AB, Pikuleva, EA. (2014). *Metodologiya nauchnyh issledovanii*. 186, 48-89. [in Russ].

10 Krotentkov, VP. (2019). *Praktikum po ihtiopatologii*. Smolensk: 256, 11-21. [in Russ].

11 Arshanica, NM, Stekolnikov, AA, Grebcov, MR. (2025). *Ihtiopatologiya. Toksikozы ryb*. Sankt-Peterburg: 264, 80-85. [in Russ].

12 Potemkina, VA, Demidov, NV. (1956). *Spravochnik po diagnostike i terapii gel'mintozov zhivotnyh*. Moskva: 351, 120-250. [in Russ].

13 Gaevskaya, AV. (2004). Parazity i bolezni morskikh i okeanicheskikh ryb v prirodnyh iskusstvennyh usloviyah. *Gidrofizika*, 237, 180-220. [in Russ].

14 Shulman, SS. (1984). *Opredelitel parazitov presnovodnyh ryb fauny SSSR*. Leningrad: 428, 250-360. [in Russ].

15 Sharapova, LI, Falomeeva, AP. (2018). *Metodicheskoe posobie pri gidrobiologicheskikh rybohozyajstvennyh issledovaniyah vodoemov Kazakhstana (plankton, zoobentos)*. Izdanie 2-oe pererabotannoe i dopolnenie. Almaty: 43, 11-30. [in Russ].

16 Zhatkanbaeva, DM. (2012). *Osnovnye bolezni promyslovyh ryb Kazakhstana*. Almaty: 88, 11-46. [in Russ].

17 Zhenihova, NI, Shakirov, VE. (2023). *Ihtiopatologiya: uchebnoe posobie*. Ekaterinburg: 184, 11-142. [in Russ].

18 Gertman, AM. (2023). *Bolezni promyslovyh ryb: uchebnoe posobie*. Sankt-Peterburg: 156, 120-125. [in Russ].

19 Nizalidina, OV. (2018). Ihtiopatologiya na sovremennom etape: diagnostika i profilaktika boleznej ryb. *Veterinarnyi zhurnal Belarusi* 6 40, 20-30. [in Russ].

20 Kulikov, EV, Devyatkov, VI, Kirichenko, OI, Kulikova, EV. (2013). *Ekologo-epizooticheskij monitoring sostoyaniya gidrobiocenozov osnovnyh rybohozyajstvennyh vodoemov Kazakhstana i izuchenie geneticheskoy struktury estestvennyh populyacij cennyh vidov ryb dlya ocenki ih sostoyaniya, sohraneniya i effektivnogo ispolzovaniya. Otchet o NIR. Ust-Kamenogorsk: 63, 41-55. [in Russ].*

21 Kirichenko, OI. (2024). *Kompleksnye issledovaniya vodoemov dlya sohraneniya i ustojchivogo ispolzovaniya vodnyh biologicheskikh resursov na osnovanii ocenki ih potenciala i modelirovaniya dinamiki zapasov. Otchet o NIR. Almaty: 157, 85-90. [in Russ].*

Ертіс бассейні су айдындарының кәсіпшілік балық түрлерінің ауруларының ретроспективті талдауы және ағымдағы үрдістері (Қазақстан, Орталық Азия)

Қуанышбекова Г.Қ., Кириченко О.И., Надирбаева Г.Т., Кабдолов Ж.Р.,
Аубакиров Б.С., Притыкин И.В.

Түйін

Қазақстандағы балық шаруашылығы елдің қорек қауіпсіздігін қамтамасыз етуде маңызды рөл атқарады. Алайда, сала балықтардың инфекциялық және паразитарлық ауруларымен байланысты мәселелерімен бетпе-бет келіп, бұл су қоймаларының өнімділігін төмендетеді және балықтың сапасын нашарлатады. Осыған байланысты ихтиопатологиялық зерттеулер жүргізу өзектілігін жоғалтпайды. Мониторинг жүргізудің негізгі аймақтарының бірі Шығыс Қазақстандағы Ертіс бассейні, дамыған ихтиофаунасы мен белсенді балық аулаумен ерекшеленетін маңызды экожүйе.

Бұл зерттеудің мақсаты – Ертіс бассейніндегі су қоймаларында балықтардың паразитарлық және инфекциялық ауруларының таралуын көп жылдық мониторинг негізінде зерттеу.

Сараптама Бұқтырма, Шұлбі, Өскемен су қоймалары, Жайсан көлі, Қаныш Сәтбаев каналының су қоймалары және Ертіс өзеніндегі 1970-жылдардан 2024 жылға дейін жүргізілген ихтиологиялық, паразитологиялық және вирусологиялық бақылау деректеріне негізделген. Ауру көрсеткіштері инвазияның интенсивтілігі, зақымдалған балықтардың түрлік құрамы және географиялық таралуы бойынша бағаланды.

Балық үйіріне әсер ететін тұрақты ауру ошақтары анықталды. 1970 жылдан 2024 жылға дейін үш негізгі ауру тіркелді: көксерке балықтарындағы дерматофибросаркома (1980-1983 жылдары 57% дейін), тұқылдарда лигулез бен диграммоз (1980 жылы 50%, 2012 жылы 35% дейін). Соңғы жылдары ауру көрсеткіші төмендеді. *Opisthorchis spp.* табылуы аралық иелерінің анықталуысыз болды, бұл описторхоздың қаупін төмендетеді. Барлық зерттелген су қоймаларында көктемгі тұқы вiremиясының және инфекциялық геморрагиялық некроздың аса қауіпті вирустық аурулары бойынша қолайлы эпизоотиялық жағдай байқалады. Алынған деректер аурулардың циклдік және болжауға болмайтын сипатын растайды, бұл тұрақты бақылауды қажет етеді.

Кілт сөздер: диграммоз; дерматофибросаркома; Ертіс бассейні; лигулез; су қойма.

Retrospective analysis and current trends in the disease incidence of commercial fish species in the water bodies of the Irtysh River basin (Kazakhstan, Central Asia)

Gulnur K. Kuanyshbekova, Olga I. Kirichenko, Gulsim T. Nadirbaeva, Zharkyn R. Kabdolov, Bauyrzhan S. Aubakirov, Ivan V. Pritykin

Abstract

The fishery sector in Kazakhstan plays a vital role in ensuring the country's food security. However, the industry faces challenges related to infectious and parasitic diseases in fish, which reduce the productivity of water bodies and degrade fish quality. Therefore, ichthyopathological research remains a relevant issue. One of the key monitoring areas is the Irtysh River Basin in East-ern Kazakhstan, a significant ecosystem with a developed ichthyofauna and an active fishing industry.

The aim of this study was to analyze the prevalence of parasitic and infectious diseases in fish from the water bodies of the Irtysh River Basin based on long-term monitoring data.

The analysis is based on ichthyological, parasitological, and virological observation data collected from the Bukhtyrma, Shulbinsk, Ust-Kamenogorsk reservoirs, Lake Zhaisankol, the reservoirs of the Kanisha Satpaev canal, and the Irtysh River from the 1970s to 2024. Disease incidence was assessed based on invasion intensity, species composition of infected fish, and geographical distribution.

Persistent disease foci affecting fish populations were identified. From 1970 to 2024, three key diseases were recorded: dermatofibrosarcoma in pikeperch (with a peaking at up to 57% in 1980-1983), ligulosis and digrammosis in carp (up to 50% in 1980 and 35% in 2012, respectively). In recent years, disease incidence has decreased. The detection of *Opisthorchis spp.* was not accompanied by identification of intermediate hosts, reducing the risk of opisthorchiasis. A favorable epizootiological situation regarding particularly dangerous viral diseases, such as carp spring viremia and infectious hematopoietic necrosis, was observed in all studied water bodies. The obtained data confirm the cyclical and unpredictable nature of fish diseases, highlighting the need for continuous monitoring.

Keywords: digrammosis; dermatofibrosarcoma; Irtysh basin; ligulosis; reservoir.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 118-125. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1895

ӘОЖ 631.6

Зерттеу мақаласы

Алматы облысы тау бөктері аймағы жағдайында күздік бидайдың өнімділігіне тұқым себу мерзімдері мен алғы дақылдардың әсері

Сманов А.Ж.¹ , Карабаев К.Б.² 

¹Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,

²Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты, Алматы, Қазақстан

Корреспондент автор: Сманов А.Ж.: sso-kz@mail.ru

Бірлескен автор: (1: КК) kuanish_kz_92@mail.ru

Қабылданған күні: 04-04-2025 **Қабылданды:** 24-06-2025 **Жарияланды:** 30-06-2025

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Алматы облысының тау бөктері аймағында күздік бидай дақылын тиімді өсіру - ауыл шаруашылығы өндірісінің өнімділігін тұрақты арттырудың маңызды шарты болып табылады. Аталған аймақтағы климаттық өзгерістер мен топырақтың ылғалдылық жағдайы күздік бидайдың өсуіне және өнімділігінің қалыптасуына айтарлықтай әсер етеді. Осыған орай зерттеудің мақсаты – күздік бидайдың әртүрлі тұқым себу мерзімдерінің өсіп-өнуіне және өнімділігіне алғы дақыл мен гидротермиялық жағдайлардың ықпалын ғылыми тұрғыда бағалау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмыстары Алматы облысының тау бөктері аймағында орналасқан «Агроуниверситет» оқу-тәжірибелік шаруашылығында 2022-2024 жылдары жүргізілді. Тәжірибе барысында күздік бидай тұқымының себу мерзімдері мен алғы дақылдардың (көпжылдық шөп және қант қызылшасы) өнімділікке және өсіп-өнуіне тигізетін әсері зерттелді. Агротехникалық шаралар бірыңғай жүйеде сақталып, зерттеу нәтижелері стандартты әдістермен статистикалық талдау арқылы өңделді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері күздік бидайдың өсу қарқыны мен өнімділігіне тұқым себу мерзімдері мен алғы дақылдардың шешуші рөл атқаратынын көрсетті. Алғы дақылы көпжылдық шөп болған жағдайда 10 қазанға дейінгі тұқым себу мерзімі топырақтағы ылғал қоры мен жылу қосындысының оңтайлы болуына байланысты жоғары өнім алуға мүмкіндік берді. Қант қызылшасы алғы дақылы жағдайында тұқым себудің тиімді мерзімі қазан айының бірінші және екінші онкүндігі аралығында қалыптасты. Себу мерзімінің кешіктірілуі өсімдіктің өсу динамикасын бәсеңдетіп, өнімділікті төмендететіні анықталды.

Қорытынды. Алматы облысының тау бөктері аймағында күздік бидайдың тұрақты және жоғары өнімділігін қамтамасыз ету үшін оның тұқымын себу мерзімін нақты анықтау – өндірістік тиімділіктің негізгі шарты болып табылады. Зерттеу барысында алынған нәтижелер агроклиматтық жағдайға бейімделген күздік бидай өсіру технологиясын жетілдіруге және фермерлік шаруашылықтарда өнімділікті арттыруға арналған ғылыми негізделген ұсынымдар жасауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: күздік бидай дақылы; тұқым себу; қыстап шығу; арамшөптер; өнімділік.

Кіріспе

Алматы облысының тау бөктері аймағының топырақ-климаттық жағдайы күздік бидай дақылын өсіру үшін айтарлықтай қолайлы болып табылады. Күзгі жылу кезеңінің барынша ұзақ болуы, күзгі, қысқы және ерте көктемгі кезеңдердегі түсетін атмосфералық ылғалдың мол болуы, жарық пен жылудың молдығы күзгі астық дақылдарынан жоғары және тұрақты өнім алуға себепші болады [1, 2].

Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймағының соңғы жылдардағы климаттық жағдайларын, яғни атап айтқанда күздік бидайдың қалыптасқан тұқым себу мерзімі қыркүйек айының II-III онкүндігінде ауа жылулығы 25-30 °C, атмосфералық жауын-шашын өте төмен немесе мүлдем болмайтындығы жылдан-жылға қалыптасқан жағдайға айналуға [3, 4]. Осыған байланысты осы өңірлерде күздік бидай тұқымын себу мерзімдерін жергілікті кейінгі жылдары қалыптаса бастаған климаттық жағдайға байланысты оңтайлы тұқым себу мерзімін анықтап, оның өсіп-өнуіне, қыстап шығуына, арамшөптермен ластануына және өнімінің құрылымына әсерін анықтау қажет болуда [5]. Қазіргі климаттық жағдайға бейімделген өсіру технологиясын әзірлеу нәтижесінде күздік бидай өнімділігін арттыруға қол жеткізіп, фермерлердің әлеуметтік жағдайын жақсартып, қол жеткізуге мүмкіндік туады. Бұл өз кезегінде азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз етуге және агроөнеркәсіптік кешеннің тұрақты дамуына оң ықпал етеді. Күздік бидайдың өнімділігі мен сапасына әсер ететін негізгі агротехникалық шаралардың бірі – тұқым себу мерзімі. Себу мерзімін дұрыс белгілеу арқылы өсімдіктің вегетациялық кезеңінде қолайлы жағдай туғызып, оның өсуі мен дамуына, түптенуіне, түп саны мен масақ түзуіне, масақтағы дән саны мен салмағына оң әсер етуге болады [6, 7, 8]. Осыған байланысты 2022-2024 жылдары аралығында Алматы облысының тау бөктері аймағында күздік бидайдың оңтайлы тұқым себу мерзімдерін анықтау мақсатында Алматы облысының «Агроуниверситет» ОТШ (оқу тәжірибелік шаруашылығы) тәжірибе алқабында ғылыми-зерттеу жұмыстары жүргізілді. Қазақстанның оңтүстік-шығыс аймақтарында, соның ішінде Алматы облысының тау бөктері аймағында күздік бидайды өсіру ауыл шаруашылығы өндірісінің маңызды құрамдас бөлігі болып табылады. Аталған өңірдің топырақ-климаттық жағдайлары, яғни ұзақ вегетациялық кезең, күзгі ылғалмен қамтамасыз етілуі және оңтайлы жылу ресурстары күздік дақылдарды өсіру үшін қолайлы жағдай туғызады. Алайда соңғы жылдары байқалып отырған климаттық өзгерістер атап айтқанда, ауа температурасының тұрақсыздығы, жауын-шашынның біркелкі түспеуі және вегетациялық кезеңдерге тән агроклиматтық көрсеткіштердің ауытқуы күздік бидай өндірісінің технологиялық негіздеріне түзетулер енгізуді қажет етуде [9]. Өсіресе күздік бидай тұқымын себу мерзімін нақтылау - дақылдың көктемге дейінгі дамуы мен қыстап шығу қабілетін арттыруда шешуші фактор. Тұқым себу мерзімі мен алғы дақыл түрі өсімдіктің биологиялық ерекшеліктерін барынша іске асыруға ықпал етеді. Бұл бағытта бірқатар зерттеулер жүргізілгенімен, (Я.В. Губанов, 1988; И.И. Беляков, 2003; З.М. Азимов, 2004) Алматы облысының тау бөктері жағдайында жүргізілген тәжірибелік жұмыстардың саны шектеулі, ал климаттық ерекшеліктердің жыл сайын өзгеруі себу мерзімін таңдау барысында нақты ғылыми негізделген шешімдерді талап етеді.

Қазіргі таңда күздік бидайдың тұқымын агроклиматтық жағдайларға бейімделе отырып себу мерзімін оңтайландыру және алғы дақылдың рөлін ғылыми тұрғыдан бағалау жоғары және тұрақты өнім алудың негізі ретінде қарастырылады. Бұл зерттеуде алғаш рет Алматы облысы тау бөктері аймағы жағдайында күздік бидайдың әртүрлі тұқым себу мерзімдерінің және алғы дақылдардың өнімділікке әсері жүйелі түрде талданды. Зерттеу жұмысының ғылыми жаңалығы тұқым себу мерзімдері мен алғы дақыл түрлерінің күздік бидайдың өсу кезеңдеріне, қыстап шығу қабілетіне және түпкілікті өнімділік көрсеткіштеріне әсерін нақты агроклиматтық жағдайларда зерттеу арқылы олардың оңтайлы үйлесімін анықтау. Зерттеу нәтижелері күздік бидай өсіру технологиясын жетілдірумен қатар, нақты агротехникалық ұсыныстар қалыптастыруға және ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттыруға негіз болады [10].

Материалдар мен әдістер

Тақырып бойынша зерттеулер Алматы облысының тау бөктері аймағында күздік бидайдың тұқым себу мерзімін және оның өніп-өсуіне гидротермиялық жағдайлардың, яғни жылу, ылғал мөлшерінің көлемдері, ұзақтығы және ауыспалылығының әсерлерін анықтауға бағытталған.

Зерттеу 2022-2024 жылдары Алматы облысының тау бөктері аймағында, Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің «Агроуниверситет» оқу-тәжірибелік шаруашылығы базасында жүргізілді. Зерттеудің мақсаты – күздік бидайдың әртүрлі тұқым себу мерзімдері мен алғы дақылдарының (көпжылдық шөп және қант қызылшасы) өсуі мен өнімділігіне әсерін кешенді түрде зерттеу.

Топырақ жағдайы мен климат: Зерттеу алаңы 800-1000 метр биіктікте орналасқан тау бөктері аймағында орналасқан. Топырақ – ауыр саздақ, гумус мөлшері 1,8-2,2%, pH – 6,8-7,2. Топырақтың 0-30 см қабатындағы агрофизикалық сипаттамалар 2022 және 2023 жылдары зерттеу алдында анықталды. Топырақ механикалық құрамына қарай саздауыт, қарашірік мөлшері аз, орташа тығыз құрылымды.

Климаттық жағдайлар жыл бойынша жеке сипатталды. 2022-2023 жж. күзгі мерзімде орташа температура +10,6 °C, жауын-шашын мөлшері 96 мм болды. 2023-2024 жж. күзінде орташа температура +9,8 °C, жауын-шашын 105 мм құрады. Метеорологиялық деректер Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университетінің метеостанциясынан алынды.

Зерттеу үлгісі:

1-кесте – Күздік бидайдың себу мерзімдері мен алғы дақылдарға байланысты зерттеу сұлбасы

№	Алғы дақыл	Тұқым себу мерзімі
1	Күздік бидай (көпжылдық шөп)	1 мерзім – 20.09.2022 2 мерзім – 30.09.2022 3 мерзім – 10.10.2022
2	Қант қызылшасы	1 мерзім – 10.10.2022 2 мерзім – 20.10.2022 3 мерзім – 30.10.2022

Әр факторлық комбинация 4 рет қайталанып, барлығы 24 мөлдек орналастырылды. Мөлдектер жартылай кездейсоқ орналастыру әдісімен тәжірибе алқабында орналастырылды. Әр мөлдектің өлшемі – $7,2 \text{ м} \times 5 \text{ м} = 36 \text{ м}^2$, есепке алынған ауданы – 100 м^2 , жалпы тәжірибе алаңы – 864 м^2 құрады. Мөлдектер арасында 0,5 м жолақтар сақталды.

Агротехникалық шаралар:

Барлық варианттарда бірдей агротехникалық тәсілдер қолданылды:

- Топырақты негізгі өңдеу терең жырту (25-27 см);
- Культивация себуге дейін 2 рет жүргізілді;
- Тұқым себу әдісі қатарлап қолмен себілді;
- Себу мөлшері 5 млн өңгіш тұқым/га;
- Тыңайтқыштар N60P60 түрінде енгізілді;
- Арамшөптермен күрес – гербицидсіз, қолмен отау арқылы жүргізілді.

Зерттеудің ерекшелігі: Күздік бидайдың өсу кезеңдерінде фенологиялық бақылау жүргізілді, өнім құрылымының негізгі элементтері (масак саны, дән саны, дән массасы) тіркелді. Өнімділік пен агрофон арасындағы байланыс талданды. Статистикалық өңдеу дисперсиялық талдау (ANOVA) әдісімен жүргізілді.

Нәтижелер және талқылау

Зерттеу нәтижелері күздік бидайдың өнімділігіне егіс мерзімі мен алғы дақылдың елеулі әсер ететінін көрсетті. Өнімнің қалыптасуына күзгі-көктемгі ылғалмен қамтамасыз етілу, тұқымның көктеп шығу жылдамдығы, түптену кезеңінің ұзақтығы және гидротермиялық жағдайлар айтарлықтай рөл атқарады.

Зерттеу жүргізілген жылдардың ішінде 2022-2024 жылдары өсімдіктердің өсіп-өнуіне қолайлы жыл болып табылды. 2023 жылы күздік бидай тұқымы себілгеннен өнімді жинағанға дейін 315 мм^2 ылғал қоры қалыптасты. Күздік бидайдың күз мерзіміндегі өсіп-өнуіне гидротермиялық жағдайлардың әсерін келесі 2,3-кестеден байқауға болады.

Тұқым себілген мерзімдерге байланысты көктеп шығу мерзімі мен көктеу тығыздығы айтарлықтай өзгерді. Мысалы, алғы дақыл көпжылдық шөп болғанда, 2023 жылы 2-ші себу мерзімінде (28.09) танаптық өңгіштік орта есеппен 423 дана/м^2 болса, 3-ші мерзімде (08.10) 478 дана/м^2 дейін жетті. Қант қызылшасы алғы дақыл ретінде қолданылған жағдайда, көктеп шығу көрсеткіші айтарлықтай төмен болды (3-ші мерзімде 10-13 қараша аралығында және өңгіштік – 370 дана/м^2). Бұл айырмашылықтар тұқым себу мерзіміне байланысты топырақтағы өнімді ылғал мен жылу қорының деңгейіне тікелей байланысты. Ерте себілген тұқымдарда оңтайлы жылу қосындысы ($700\text{-}715 \text{ }^\circ\text{C}$) және көктеп шығу үшін жеткілікті ылғал (20-28 мм) қамтамасыз етілді.

2-кесте – Күздік бидайдың тұқым себу мерзіміне байланысты күзгі өніп-өсу кезеңіндегі гидротермиялық жағдай (Алғы дақыл көпжылдық шөп)

Көрсеткіштері	1-ші тұқым себу мерзімі		2-ші тұқым себу мерзімі		3-ші тұқым себу мерзімі	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Тұқым себу мерзімі	20.09	18.09	30.09	28.09	10.10	8.10
Көктеп шығуы	08.10	06.10	14.10	07.10	21.10	28.10
Түптенудің басталуы	29.10	26.10	30.10	23.10	9.11	15.11
Күзгі вегетацияның аяқталуы	20.11	25.11	20.11	25.11	20.11	25.11
Көктеп шығудан – күзгі вегетацияның аяқталуына дейінгі кезеңнің ұзақтығы, күн	42	49	36	48	29	27
Продуктивті ылғалдың мөлшері, мм (0 - 30см)	8	10	20	23	25	28
Жауын-шашын мөлшері: Тұқым себу - күзгі вегетацияның аяқталуы, мм	15	20	25	31	38	55
Оңтайлы жылу қосындысы, °C	700	715	620	630	495	510

2-кестеде зерттеу үлгісіне сәйкес күздік бидай ауыспалы егістікте көпжылдық шөпті орналасқанда оның тұқым себу үш кезеңде 2022 жылы 20 қыркүйекте, 30 қыркүйекте және соңғы 3 тұқым себу мерзімі 10 қазанда жүргізілді.

2022 жылы 20.09 себілген күздік бидай тұқымдары 18 күн аралығында, 2 тұқым себу мерзімінде (20.09) 14 күнде және 3-ші тұқым себу мерзімі (10.10) 11 күн аралығында көктеп шыққандығы анықталды.

Тұқымның тез арада көктеп шығуы күз мезгіліндегі топырақтағы ылғал мөлшеріне тікелей байланысты болды. 2022 жылы тұқым себудің 1-ші мерзімінде (20.09) 0-30 см топырақ тереңдігіндегі ылғалдың мөлшері 8 мм, 2-ші тұқым себу мерзімінде (20.09) 20 мм және 3-ші тұқым себу мерзімінде (10.10) 25 мм құрады. 2023 жылы тұқым себу мерзімдерінде 0-30 см топырақ тереңдігіндегі ылғал мөлшері 2022 жылмен салыстырғанда біршамаға жоғары болғандығы анықталды. Олар 10; 23; 28 мм құрады.

Оңтайлы жылу қосындысы керісінше тұқым себу мерзімдері ерте болғанда оның қосындылары да жоғары болды. Оларды кестеден байқауға болады. Күздік бидайды алғы дақыл көпжылдық шөп болғанда, себілген тұқымның тез арада толықтай көктеп шығуы үшін оны қыркүйек айының аяғында қазан айының басында себу қажет деп есептеуге болады. Осы кезеңде Алматы облысының тау бөктері аймағында топырақтың 0-20 см тереңдігінде 25-31 мм мөлшерінде өнімді ылғал қоры мен оңтайлы жылу мөлшерінің қосындысы, суық түскенге дейін 620-630 °C болады, яғни күздік бидайдың суық түскенге дейін өсіп-өнуіне және түптену фазасының басталуына, жеткілікті ауа райы қалыптасады.

Ауыспалы егістікте күздік бидай қант қызылшасынан кейін орналасқанда күз айындағы гидротермиялық жағдай алғы дақыл көпжылдық шөп болғанмен салыстырғанда біршама өзгертіндігін 3-кестеден байқауға болады.

3-кесте – Күздік бидайдың тұқым себу мерзіміне байланысты күзгі өніп-өсу кезеңіндегі гидротермиялық жағдай (Алғы дақыл қант қызылшасы)

Көрсеткіштері	1-ші тұқым себу мерзімі		2-ші тұқым себу мерзімі		3-ші тұқым себу мерзімі	
	2022	2023	2022	2023	2022	2023
Тұқым себу мерзімі	10.10	08.10	20.10	18.10	30.10	28.10
Көктеп шығуы	22.10	19.10	04.11	01.11	15.11	13.11

3-кестенің жалғасы

Түптенудің басталуы	08.11	04.11	22.11	18.11	-	-
Күзгі вегетацияның аяқталуы	20.11	25.11	20.11	25.11	20.11	25.11
Көктеп шығудан – күзгі вегетацияның аяқталуына дейінгі кезеңнің ұзақтығы, күн	30	36	16	24	5	12
Продуктивті ылғалдың мөлшері, мм (0-30 см)	25	23	30	33	40	43
Жауын-шашын мөлшері: Тұқым себу – күзгі вегетацияның аяқталуы, мм	38	55	49	52	57	60
Оңтайлы жылу қосындысы, °C	495	510	430	435	381	384

Қант қызылшасының өнімін жинау көп өңірде қазан айының I онкүндігінде басталып айдың аяғына дейін жалғасатындықтан күздік бидай тұқымын себу мерзімдері де осы мезгілдерге байланысты жүргізіледі. Зерттеу үлгісіне сәйкес күздік бидайдың тұқымын себу 1-ші мерзім 10 қазан, 2-ші мерзім 20 қазан және 3-ші мерзім 30 қазан болып белгіленген. Себілген тұқымның көктеп шығу үшін 1-ші тұқым себу мерзімінде 12-11 күн қажет болды, 2-ші тұқым себу мерзімде (20.10) 14-13 күн және 3-ші тұқым себу мерзімінде 15 күн уақыт қажет. Осы тұқым себу кезеңдеріндегі топырақтың 0-30 см тереңдігіндегі өнімді ылғал мөлшері 25 мм ден 43 мм арта бастады. Ал оңтайлы жылу мөлшерінің қосындысы керісінше 510 °C-ден 381 °C дейін төмендеді. Себілген дақылдардың көктеп шығудан – күзгі вегетациясының аяқталуына дейінгі кезеңнің ұзақтығы 30 күннен 5 күнге дейін қысқарды.

Қорыта келгенде күздік бидайды алғы дақыл қант қызылшасынан кейін орналастырғанда оңтайлы тұқым себу мерзімі осы зерттеу жұмыстары жүргізілген аймақта қазан айының басынан бастап 20 қазанға дейінгі аралықта болуы қажетті. Әрбір зерттеу жұмысының қорытындысы дақылдың өнімділігі екені белгілі. Жүргізілген зерттеу жұмысы бойынша күздік бидайдың алғы дақылдарға байланысты тұқым себу мерзімдерінің оның өнімділігіне әсерін 4-кестеден көруге болады.

4-кесте – Күздік бидайдың тұқым себу мерзімдеріне және алғы дақылдарына байланысты өнімділігі, ц/га

Тұқым себу мерзімі	2022-2024 жылдар	2022-2024 жылдар	Орташа 2 жылда	Бақылауда % есебімен
Алғы дақыл көпжылдық шөп				
1-ші тұқым себу мерзімі	26,2	28,3	27,2	-11,9
2-ші тұқым себу мерзімі (бақылау)	30,4	31,5	30,9	-
3-ші тұқым себу мерзімі	38,4	40,2	39,3	+12,7
Алғы дақыл қант қызылшасы				
1-ші тұқым себу мерзімі	37,3	40,0	38,6	+14,8
2-ші тұқым себу мерзімі (бақылау)	25,4	26,7	26,0	-
3-ші тұқым себу мерзімі	18,1	18,5	18,3	-29,6

Кестеден байқалғандай, күздік бидайдың өнімділігі алғы дақыл мен тұқым себу мерзімдеріне байланысты айтарлықтай өзгерді. Алғы дақылы көпжылдық шөп болған жағдайда ең жоғары өнім 3-мерзімде (10 қазан) – 39,3 ц/га деңгейінде тіркелді, бұл бақылау мерзімімен салыстырғанда 8,4 ц/га немесе 27,2% жоғары болды. Алғы дақылы қант қызылшасы болған жағдайда ең жоғары өнім 1-мерзімде (10 қазан) байқалып, орташа өнім – 38,6 ц/га болды.

Дисперсиялық талдау (ANOVA) нәтижелері бойынша, күздік бидайдың өнімділігіне алғы дақыл ($F = 12.3$) және тұқым себу мерзімі ($F = 14.8$) факторларының әсері $p < 0.05$ деңгейінде

сенімді екені анықталды. Сонымен қатар, осы екі фактордың өзара әрекеті де статистикалық тұрғыдан маңызды деп бағаланды ($p < 0.05$).

LSD05 мәні – 1.8 ц/га деп есептегенде, зерттеу нұсқалары арасындағы айырмашылықтар сенімді деңгейде ажыратылды. Бұл – күздік бидай өнімділігіне зерттеліп отырған факторлар айтарлықтай ықпал ететінін дәлелдейді.

Қосымша корреляциялық талдау нәтижесінде тұқым себу мерзімінің ұзақтығы мен өнімділік арасында оң бағыттағы жоғары байланыс байқалды ($r = 0.78$, $p < 0.01$). Бұл мерзімді дұрыс таңдаудың өнімділікке тікелей әсер ететінін көрсетеді.

Қорытынды

Жүргізілген зерттеу нәтижелері Алматы облысының тау бөктері жағдайында күздік бидайдың өнімділігіне тұқым себу мерзімі мен алғы дақылдың айтарлықтай әсер ететінін көрсетті. Алғы дақылы көпжылдық шөп болған жағдайда күздік бидайдың тұқымын себудің оңтайлы мерзімі 10 қазанға дейінгі аралық деп анықталды. Бұл кезеңде топырақтағы ылғал мөлшері мен жылу қоры дақылдың көктеп шығуы мен түптену фазасының басталуына қолайлы жағдай туғызады. Ал ерте мерзімде (20-30 қыркүйек) себілген тұқымда топырақ ылғалы жеткіліксіз болғандықтан, өсімдіктің өсу қарқыны баяулады. Қант қызылшасы алғы дақылы болған жағдайда оңтайлы тұқым себу мерзімі қазан айының I–II онкүндігіне сәйкес келуі тиіс. Себу мерзімінің кешіктірілуі топырақтағы жылу қорының төмендеуіне әкеліп, күзгі өсу динамикасы мен өнімділіктің күрт төмендеуіне себеп болады.

Зерттеу барысында күздік бидайдың өсуі мен дамуына гидротермиялық жағдайлардың (топырақ ылғалы мен температура қоры) шешуші рөл атқаратыны дәлелденді. Тұқым себу мерзімі мен агрометеорологиялық жағдайдың үйлесімділігі күздік бидайдың көктеп шығуы, түптенуі және өнім құрылымының қалыптасуына оң әсер етеді. Осыған байланысты, күздік бидайдың жоғары әрі тұрақты өнім қалыптастыруы үшін тұқым себу мерзімін нақты айқындау – басты агротехникалық шарттардың бірі болып табылады. Бұл мерзім алғы дақылға, нақты ауа райының гидротермиялық жағдайына және топырақтағы ылғал қорына тәуелді түрде анықталуы қажет.

Зерттеу нәтижелері фермерлік шаруашылықтарға, нақты аймақтық жағдайларға бейімделген күздік бидай егісінің технологиясын жетілдіру, сонымен қатар өнімділікті арттыру арқылы ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін көтеру үшін тәжірибелік ұсынымдар береді.

Авторлардың қосқан үлесі

СА және КК: зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. СА: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Әдебиеттер тізімі

- 1 Сманов, АЖ, Жанбырбаев, ЕА, Барлықова, НӨ. (2024). *Агрономиялық зерттеу негіздері*. Оқу құралы. Алматы: «Атамұра» баспасы, 6-159.
- 2 Сыдық, ДА, Оспанбаев, Ж., Бабаходжаев, А., Сыдыков, МА. (2008). Продуктивность озимой пшеницы в зависимости от сорняков и норм посева при гребневом способе при орошений. *Вестник сельскохозяйственной науки Казахстана*, 11, 23-27.
- 3 Atakulov, T., Romanetskas, K., Erzhanova, K., Smanov, A. (2020). The effective use of irrigated land: resource-saving technologies. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15, 1498-1503.
- 4 Азимов, ЗМ. (2004). Сроки посева озимой пшеницы. *Зерновое хозяйство*, 6, 23-24.
- 5 Беляков, ИИ. (2003). Озимая пшеница в интенсивном земледелии, *Росагропромизат*, 256.
- 6 Князев, БМ. (2003). Оптимальные сроки сева. *Зерновое хозяйство*, 4, 22-23.
- 7 Карабаев, К., Сулейменов, Б., Сманов, АЖ. (2024). Ашық кара-қоңыр топырақ жағдайында жүгерінің өсіп-дамуы мен өнімділігін арттыруда биоорганикалық тыңайтқыштың әсері, *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 1(101), 74-84.

8 Атақұлов, Т., Ержанова, К., Мамашалиева, А., Сманов, АЖ. (2019). Алматы облысы тау бөктері жағдайында суғармалы жерлерді тиімді пайдалану жолдары. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 102-105.

9 Атақұлов, Т., Сманов, А., Ержанова, К., Жунисхан, Д., Толеков, А., Назаров, Х. (2024). Особенности возделывания гороха при промежуточном посеве. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 2(102), 313-319.

10 Атақұлов, Т., Сманов, А., Ержанова, К., Жунисхан, Д., Толеков, А., Назаров, Х. (2023). Организация зеленого конвейера на Юго-Востоке Казахстана. *Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты*, 3(99), 219-227.

References

1 Smanov, AJ, Janbyrbaev, EA, Barlyqova, NA. (2024). *Agronomialyq zertteý negizderi*. Oqý quraly. Almaty: «Atamura» baspasy, 6-159.

2 Sadyq, DA, Ospanbaev, Zh., Babakhodzhaev, A., Sydykov, MA. (2008). Produktivnost' ozimoy pshenitsy v zavisimosti ot sornyakov i norm poseva pri grebnevom sposobe pri oroshenij. *Vestnik sel'skokhozyajstvennoi nauki Kazakhstana*, 11, 23-27.

3 Atakulov, T., Romanekas, K., Erzhanova, K., Smanov, AZh. (2020). The effective use of irrigated land: resource-saving technologies. *Journal of Engineering and Applied Sciences*, 15, 1498-1503.

4 Azimov, ZM. (2004). Sroki poseva ozimoy pshenitsy. *Zernovoe khozyaistvo*, 6, 23-24.

5 Belyakov, II. (2003). Ozimaya pshenitsa v intensivnom zemledelii. *Rosagpromizat*, 256.

6 Knyazev, BM. (2003). Optimal'nye sroki seva. *Zernovoe khozyaistvo*, 4, 22-23.

7 Karabaev, K., Sylemenov, B., Smanov, AJ. (2024). Ashyq qara-qoñyr topyraq jaǵdaında júgeriniń ósip-damýy men ónimdiligin arttyrýda bioorganikalıyq tyńaıtqyshtyń áseri. *Izdenister, nátijeler – Исследования, результаты*, 1(101), 74-84.

8 Atakulov, T., Yerzhanova, K., Mamashalieva, A., Smanov, AZh. (2019). Ways of effective use of irrigated lands in the conditions of the foothills of Almaty region. *Research results scientific journal*, 102-105.

9 Atakulov, T., Yerzhanova, K., Mamashalieva, A., Smanov, AZh. (2019). Almaty oblysy tau bókteri zhaǵdajında suǵarmaly zherlerdi tiimdi pajdalanu zholdary. *Izdenister, nátijeler – Исследования, результаты*, 102-105.

10 Atakulov, T., Smanov, AZh, Yerzhanova, K., Zhuniskhan, D., Tolekov, A., Nazarov, Kh. (2023). Organizatsiya zelenogo konveyera na Yugo-Vostoke Kazakhstana. *Izdenister, nátijeler – Исследования, результаты*, 3(99), 219-227.

Влияние сроков посева и предпосевных культур на урожайность озимой пшеницы в условиях предгорной зоны Алматинской области

Сманов А.Ж., Карабаев К.Б.

Аннотация

Предпосылки и цель. Предгорная зона Алматинской области отличается благоприятными агроклиматическими условиями для возделывания озимой пшеницы. Однако, современные климатические изменения существенно влияют на сроки сева, что, в свою очередь, определяет рост, перезимовку и урожайность данной культуры. Цель исследования заключалась в изучении влияния различных сроков сева и предшествующих культур на динамику роста, способность к перезимовке и продуктивность озимой пшеницы в условиях предгорной зоны.

Материалы и методы. Полевые исследования проводились в 2022-2024 годах на опытных посевах учебно-производственного хозяйства «Агроуниверситет» Казахского национального аграрного исследовательского университета в предгорной зоне Алматинской области. В рамках опыта изучено влияние сроков сева и предшественников (многолетние травы и сахарная свекла) на ростовые особенности растений и урожайность зерна. Учёт и обработка полученных данных осуществлялись с использованием общепринятых биометрических методов статистики.

Результаты. Полученные данные показали, что сроки сева и вид предшествующей культуры оказывают решающее влияние на формирование урожайности озимой пшеницы. На фоне многолетних трав оптимальным сроком сева был определён период до 10 октября, когда накопление влаги и тепла в почве обеспечивает активное кущение и благоприятные условия для перезимовки растений. В случае размещения озимой пшеницы после сахарной свеклы наиболее благоприятным оказался период посева в первую и вторую декаду октября. Поздний посев сопровождался замедлением роста растений и значительным снижением урожайности.

Закключение. Выбор оптимального срока сева с учётом агроклиматических условий и предшествующей культуры является ключевым фактором обеспечения стабильной и высокой урожайности озимой пшеницы в предгорных зонах Алматинской области. Результаты исследования служат научной основой для совершенствования технологии возделывания озимой пшеницы и разработки практических рекомендаций для повышения эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: урожай озимой пшеницы; посев семян; зимовка; прополка; урожайность.

The influence of sowing dates and pre-sowing crops on the yield of winter wheat in the foothill zone of the Almaty region

Ashirali Zh. Smanov, Kuanysh B. Karabayev

Abstract

Background and Aim. The foothill zone of Almaty region offers a favorable agro-climatic for winter wheat cultivation. However, the recent climate fluctuations significantly impact the optimal sowing period, which directly affects winter wheat growth, overwintering, and yield potential. This study evaluated the influence of different sowing dates and preceding crops on the growth dynamics, overwintering ability, and productivity of winter wheat under the specific soil and climatic conditions of this zone.

Materials and Methods. Field experiments were conducted from 2022 to 2024 at the “Agrouniversity” Educational and Production Center of the Kazakh National Agrarian Research University, located in the Almaty region’s foothill zone. The research assessed the effect of sowing dates and two types of preceding crops (perennial grasses and sugar beet) on plant development and grain yield. Experimental plots were managed using standard agronomic practices. Data were statistically analyzed using conventional biometric methods.

Results. The results indicated that sowing date and preceding crop type are critical factors for productive growth and yield formation in winter wheat. Sowing after perennial grasses, yielded optimal results when performed before October 10, where sufficient soil moisture and accumulated heat promoted tillering and overwintering. Following sugar beet, the recommended sowing period was between early and mid-October. Delayed sowing reduced plant growth rates and significantly decreased final grain yield.

Conclusion. Timely sowing and the careful selection of the preceding crop are essential for achieving stable and high winter wheat yields in the Almaty foothill region. The experimental results provide a scientific basis for optimizing winter wheat cultivation technology under current climate conditions and can inform practical recommendations to enhance production efficiency for local farming enterprises.

Keywords: winter wheat crop; sowing; overwintering; weeds; productivity.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 126-133. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1896

UDC 69.25.99

Research article

Intoxication by nitrogen compounds in sturgeon juveniles grown in recirculation aquaculture system

Ayaulym Bexultan¹ , Nurbek Ginayatov¹ , Bekbol Sariyev¹ , Artem Brigida² ,
Akhat Nimatov¹ 

¹Zhangir Khan West Kazakhstan Agrarian Technical University, Uralsk, Kazakhstan,

²All Russian Research Institute of Animal Breeding, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Nurbek Ginayatov: nginayatov@mail.ru

Co-authors: (1: BA) beksultan.ayaulym@list.ru; (2: SB) sariev-84@mail.ru;

(3: BA) brigida_86@mail.ru; (4: NA) akhat71@mail.ru

Received: 04-04-2025 **Accepted:** 10-06-2025 **Published:** 30-06-2025

Abstract

Background and Aim. Studies conducted in recirculation aquaculture system (RAS) show that the immunity of juvenile sturgeon can vary significantly depending on several factors, including water quality, housing conditions, nutrition, and stress levels. Juvenile sturgeon are more vulnerable to disease and intoxication than adults, and their immune systems are still developing. The aim of this research was to study the intoxication of juvenile sturgeon by nitrogenous compounds, such as ammonia, nitrites and nitrates, which are formed during fish metabolism and pose a significant threat.

Materials and Methods. Materials for the study included juvenile sturgeon grown in a RAS (*Acipenser baerii* and *Acipenser Gueldenstaedtii*) and recycled water samples from ponds 3, 1 and 8 where the juveniles were reared. During the study, the following methods were used: clinical examination of individuals exhibiting physiological deviations, pathoanatomic autopsy of dead sturgeon specimens, and toxicological analysis of pathological material and recycled water using ultrasound, with results compared to nominal indicators.

Results. The hydrochemical analysis of recycled water in the RAS, revealed a slight deviation from optimal values, although levels remained within maximum permissible concentration. However, juvenile sturgeon can be poisoned even at these levels, because their bodies are very sensitive to minimal changes in the hydrochemical parameters of the water. This was confirmed by the results of clinical examinations, and pathoanatomical autopsies.

Conclusion. Sturgeon are more susceptible to poisoning early in their development because their detoxification systems are less efficient. Water control problems in RAS can be exacerbated by the accumulation of ammonia and nitrite concentrations to toxic levels. Therefore, it is important to closely monitor the recirculating water in RAS.

Keywords: sturgeon; intoxication; nitrogen compounds; RAS; nitrification.

Introduction

Recirculation aquaculture systems play a key role in fisheries by providing stable conditions for fish growth and development. However, high stocking densities and limited water resources, combined with increased pollution levels and inadequate filtration systems, can lead to the accumulation of toxic substances, particularly nitrogen compounds produced during fish metabolism.

Nitrogen compounds such as ammonia (NH₃), ammonium (NH₄⁺), nitrite (NO₂) and nitrate (NO₃) can have toxic effects on fish by interfering with their physiological processes. In recirculating aquaculture system, low concentrations of these compounds are constantly present due to the two-step mechanism of action of the nitrifying microflora. Typically, during the startup phase of biofilters,

a transient accumulation of nitrite may occur, because the energy yield of the chemical reaction of the oxidation of ammonium to nitrite is much higher than that of the chemical reaction of the oxidation of nitrite to nitrate. Feed, feed waste, fish excreta and decomposition of organic matter are the main sources of nitrogen compounds in aquaculture systems [1, 2].

Ammonia is one of the main types of toxic nitrogen compounds found in water, where its concentration can increase significantly due to the metabolic activity of fish and the decomposition of organic waste. Ammonia is present in water in two forms: free ammonia (NH_3) and ionized ammonium (NH_4^+). Free ammonia is highly toxic to fish as it can penetrate cell membranes and disrupt the acid-base balance, leading to damage to internal organs, respiratory failure and death by severe intoxication. Ammonium salts are less toxic to fish due to the low aggressiveness of the ammonium ions and, their effect is mainly due to the presence of free ammonia. With increasing pH and water temperature, the amount of free ammonia usually increases. Ammonia is also formed in the body of the fish as a by-product of nitrogen metabolism and is excreted through the gills. The mechanism of ammonia poisoning in fish is therefore quite complex. It depends on the concentration of exogenous and endogenous ammonia and the variability of the physico-chemical properties of the water. Ammonia has hemolytic and local effects and is a typical neurotoxic agent [3].

In juvenile sturgeon, ammonia toxicity initially manifests as neural damage, with increased activity of acetylcholinesterase and superoxide dismutase, indicating oxidative stress and neurotoxicity. This is accompanied by a decrease in appetite due to changes in the expression of genes regulating hunger and satiety: appetite stimulating factors (*agrp*, *npv*) decrease, while inhibitory factors (*pomc*, *cart*, *crf*) increase. At high concentrations of ammonia, there is a significant decrease in feed intake and deterioration in physiological state, as reflected in hepatosomatic and viscerosomatic parameters [4].

Nitrite is an intermediate product of ammonia oxidation during the nitrification process, while nitrate is the end product. Although nitrites are less stable in water, they are more toxic to fish. Nitrite suppresses hemoglobin levels and can cause methemoglobinemia, which reduces the blood's ability to carry oxygen, leading to oxygen deprivation. In addition, acute exposure to nitrites in sturgeons causes ion imbalance (hyperkalemia, increased chloride content, low sodium content), as well as damage to the liver and cardiovascular system. As the effects of nitrites intensify, behavioral disorders are noted, expressed as increased breathing, unnatural and sluggish swimming, and loss of balance. Despite this, sturgeon exhibit a relative tolerance to nitrites due to the ability to regulate blood plasma nitrite levels in below environmental concentrations [5].

Nitrates in moderate amounts are not particularly toxic to fish. However, high concentrations in water can negatively affect fish health and have long-term consequences, disrupting the functioning of the entire aquatic ecosystem. The toxicity of nitrates depends on the size of the fish, with the susceptibility increasing with increasing fish weight. The LC50 level for nitrates decreases in larger fish, indicating an increased risk for adult sturgeon in recirculating systems. Endocrine disorders resulting from chronic exposure to nitrates can cause an increase in the level of sex steroids (testosterone, estradiol) and disrupt endocrine function, as well as alter secondary stress responses [6]. Therefore, this study aims to identify pathological changes in juvenile sturgeon caused by nitrogen compound poisoning. In addition, the research aims to develop a set of preventive measures tailored to the progression and severity of the intoxication.

Materials and Methods

The studies were conducted between September 2024 and February 2025. The materials for the study were reared juvenile sturgeon weighing 100-150 g, grown in a RAS (*Acipenser baerii* and *Acipenser ruthenus*) and recycled water samples from rearing basins No. 3 and 8, as well as from quarantine basin No. 1, where juveniles were kept at a stocking density of 80 kg/m³.

The study began with a clinical inspection of hydrobionts. During the clinical examination, attention was paid to external changes and the general condition of the fish. At autopsy, the condition of the internal organs and any pathological changes were examined. Additionally, the amount of nitrogen compounds in the circulating water of the pond where the suspected fish were landed was determined and compared with nominal indicators [7].

Nessler's reagent was used to determine the amount of total ammonia in water. A positive reaction with Nessler's reagent results in a yellowish reddish-brown colour change in the solution. First, the

proportion of ammonium ions relative to non-ionised ammonia was determined, followed by calculation of the total ammonia concentration (mg/L). The Griess reagent was used to determine nitrite and nitrate concentrations in the water. A pink color indicates the presence of nitrite and a yellow colour indicates the presence of nitrate [8-10].

Ammonia in pathological material was determined by a qualitative method using three indicator papers moistened with alkaline solution of lead acetic acid, alkaline solution of copper sulphate and wet litmus paper. A blue colour change in the litmus and copper paper indicates the presence of ammonia in the organ homogenate. The homogenate was placed in a corked conical flask. Z. Svobodova's micro diffusion method is used for the quantitative determination of ammonia in fish, and K. Schreckenbach and others describe the Müller-Weisenhertz and Keller methods based on the use of indophenol as an efficient indicator [11, 12].

Results and Discussion

Table 1 presents the results of nitrogen compound analysis in water samples collected from rearing basins No. 3, 1 (quarantine), and 8 in the RAS.

Table 1 – Results of Analyses Nitrogen Compounds in RAS

Nitrogen compounds	Maximum Permitted Concentration	Pool No.3	Pool No.1 (quarantine)	Pool No.8
1	2	3	4	5
NO ₂ , mg/L	0.25-0.3	0.289±0.043	0.392±0.019	0.369
NO ₃ , mg/L	Not less than 40	7.50±0.21	6.80±0.06	13.50±0.14
NH ₄ , mg/L	0.01-0.86	0.25±0.02	0.20±0.01	0.36±0.01

The table shows that the amount of nitrogenous compounds slightly deviates from the norm, particularly NO₂, which exceeds the norm by 15-24%. However, juvenile sturgeon can be affected even by such deviations because their bodies are very sensitive to even minimal changes in the hydrochemical parameters of water.

The pH and temperature of the aqueous media will affect the balance between ammonia and ammonium. Nitrite levels increase during the biofilter loading phase and during overloading. Low pH tends to increase nitrite. If there are no denitrifying plants, nitrate will build up in the water [13].

Nitrites bind to the haemoglobin in the blood to form methaemoglobin, which reduces the ability of the blood to carry oxygen. Elevated levels of methaemoglobin can be the cause of anemia and other blood disorders. Nitrates can cause kidney damage, manifesting as nephritis or other diseases. Oxygen deprivation causes fish to behave abnormally, such as struggling to swim or becoming aggressive, making them susceptible to infection [14].

Intoxication with nitrogen compounds, particularly ammonia, leads to severe neurological, metabolic and behavioral changes. The main pathologies are as follows: neurotoxicity, oxidative stress in the brain, decreased appetite, and tissue damage. Autopsies of dead sturgeon fish revealed changes indicating the effects of toxins on the fish. Pathological changes are clearly visible: body and gill surfaces covered with mucus, reddened gills, necrotic areas, muscle weakness, hepatomegaly (enlarged liver), signs of nephritis, such as reddening and inflammation of kidney tissue, focal haemorrhages (Fig. 1).



Figure 1 – Autopsies of dead juvenile sturgeon fish

At high concentrations, ammonia causes degeneration, vacuolization and necrobiosis of gill epithelium, disturbed perfusion of internal organs, and sometimes hepatic necrobiosis. Erythrocyte haemolysis, nervous system dysfunction and degenerative changes in internal organs are more pronounced at low concentrations [15].

The clinical signs of poisoning by nitrogen compounds can manifest themselves in a variety of ways and depend on the degree and duration of exposure to the toxins. In the early stages, restlessness gradually increases and the fish become more sensitive to mechanical and light stimuli. This is followed by clonicotonic convulsions characterized by violent movements and trembling of the gills. The fish lose their balance and open their mouths wide (hypoxia), spread their gills and gill covers, and touch the bottom of the water. Exposure of juvenile sturgeon to ammonia, especially at high concentrations (15 mg/l), is associated with pronounced damage to nerve fibers in the brain. This is accompanied by increased acetylcholinesterase activity, a marker of neurotoxicity. Significantly increased superoxide dismutase (SOD) activity in the fish brain indicates development of oxidative stress and cell damage [16].

Nitrogen compounds cause a significant decrease in daily and total feed intake and a decrease in the fat index, hepatic and visceral indices, indicating metabolic disorders and general fatigue of the organism. More than 1500 genes involved in appetite regulation are altered by ammonia. Appetite-stimulating factors (agrp and npy) are suppressed, while appetite-suppressing factors (pomc, cart, crf) are activated.

Even at levels close to the maximum permissible concentration, the general health of aquatic organisms deteriorates, immunity is weakened, lethargy is observed, excessive mucus is secreted from the gills, and there are problems with feed consumption and digestion. The lack of feed utilization, in turn, leads to an excessive load on the mechanical and biological filtration system, and economic losses for the company [17].

Conclusion

Juvenile sturgeon, like other fish, are very sensitive to the toxic effects of nitrogenous compounds. As our results have shown, deviations of up to 15-24% can lead to negative effects on the fish, even death. High concentrations of ammonia can cause stunted growth, decreased immunity, and increased mortality. In the early stages of development, sturgeons are more susceptible to poisoning because their detoxification system is less effective. Problems with regulating water flow in the RAS may worsen due to an increase in the concentration of ammonia and nitrites to toxic levels. It is important to control the water circulation in the RAS.

Methods for Monitoring and Controlling Nitrogen Compound Concentrations:

1. Filtration and biofiltration systems. One of the most effective methods of the control of nitrogen compounds in the recirculating water of a wastewater treatment system is the use of bio-

filtration. In biofilters, water toxicity is significantly reduced by microbiological processes of ammonia oxidation (nitrification) and the subsequent conversion of nitrites to nitrates. However, for biofilters to operate effectively, it is necessary to maintain optimal conditions for the development of beneficial microorganisms. This requires constant monitoring of water parameters.

2. Recycled water changes and aeration. Regular partial water changes and improved aeration are also important measures to control nitrogen levels. This assists in maintaining proper oxygen levels and removing excess ammonia and other toxins. However, this process must be balanced, taking into account the needs of the sturgeon, as excessive water changes can cause stress to the fish.

3. The use of chemical agents. In some cases, to rapidly reduce levels of toxic nitrogen compounds in water by binding ammonia and other compounds and preventing their accumulation in water bodies, chemicals such as zeolites or special aquaculture additives are used.

4. To increase the sturgeon's resistance to poisoning, several measures should be taken. These include continuous monitoring of water quality, optimization of stocking density (since overcrowding accelerates the accumulation of nitrogen compounds), enrichment of the diet with balanced protein and energy levels (which helps reduce ammonia formation during metabolism), and the use of ultraviolet radiation and ozone treatment, which effectively eliminate nitrite and ammonia from the water, and reduce their toxicity to fish [18].

Controlling nitrogen compounds concentrations is essential for maintaining the health of juvenile sturgeons. An integrated approach including biofiltration, regular water replacement, and the use of specific technologies can significantly mitigate the harmful effects of ammonia, ammonium, nitrites, and nitrates, thereby contributing to the success of sturgeon aquaculture.

Authors' Contributions

BA, NA, and SB: conceptualized and framed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the collected data, and prepared the manuscript. GN, SB and BA: carried out the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have reviewed and approved the final version of the manuscript.

Information on funding

The research was conducted within the framework of the project BR24992799 "Improvement and development of new technologies for intensive and highly productive production of various aquaculture objects using closed water supply installations" under the programme-targeted funding of scientific and (or) scientific-technical projects for 2024-2026. The project is implemented in accordance with Agreement No. 374/PTSF24-26 dated 01.10.2024 with the Scientific Committee of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan. IRN BR24992799. Cipher O.1413. State registration number 0124RK01249.

References

- 1 Хандожкот, ГА, Васильев, АА, Хандожко, ГА, Гусева, ЮА. (2011). *Рекомендации по использованию современных средств контроля и управления технологическими процессами в рыбоводных установках замкнутого водоснабжения*. Саратов: Издательство Саратовского государственного аграрного университета, 52-63.
- 2 Stewart, GR. (1972). The Regulation of Nitrite Reductase Level in *Lemna minor* L. *Journal of Experimental Botany*, 23(1), 171-183.
- 3 Russo, RC. (2019). *Ammonia, nitrite, and nitrate*. In *Fundamentals of aquatic toxicology*. Edited by: Rand, G.M. and Petrocelli, S.R. 455-471.
- 4 Zsoldos, F., Haunold, E., Vashegyi, A., Herger, P. (1993). Nitrite in the root zone and its effects on ion uptake and growth of wheat seedlings. *Physiol. Plant.*, 89, 626-631.
- 5 Козырь, АВ, Цвирко, ЛС. (2019). Влияние аквапонного модуля на содержание азотистых соединений в тепловодных установках замкнутого водоснабжения при выращивании клариевого сома. *Вестник Палесскага Дзяржаўнага ўніверсітэта. Сэрыя прыродазнаўчых навук, 1*.

6 Тлупов, ТХ, Ерижоков, АЛ. (2014). Факторы, влияющие на развитие нитритной интоксикации рыб. *Мир Науки*, 4-2014.

7 Boyd, CE. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 482.

8 Moffett, RL, White, DM. (2017). *Aquaculture and Water Quality Management*. CRC Press.

9 Sergaliyev, NK, Kakishev, MG, Ginayatov, NS, Andronov, EE, Pinaev, AG. (2019). Examination of the microbiome of bastard sturgeon cultivated in the conditions of recirculated water. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 4536-4542.

10 Sergaliyev, NH, Absatirov, GG, Tumenov, AN, Sariyev, BT, Ginayatov, NS. (2017). Nosological description of fish pathologies in RAS. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(9), 1637-1641.

11 Поддубная, ИВ, Гуркина, ОА, Лексаков, РС, Соколова, ВВ. (2016). Исследование гидрохимических параметров водной среды УЗВ при создании оптимальных условий для выращивания маточного поголовья осетровых рыб. *Актуальные проблемы и перспективы развития ветеринарной медицины, зоотехнии аквакультуры*, 289-292.

12 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2013). Recirculating Aquaculture. *Cayuga Aqua Ventures*, 187.

13 Чалов, ВВ, Пономарева, ЕН. (2010). Показатели водной среды и аммонийный азот в системе замкнутого водообеспечения при содержании объектов аквакультуры. *Вестник АГТУ. Сер.: Рыбное хозяйство*, 1.

14 Казарникова, АВ, Шестаковская, ЕВ. (2005). *Заболевания осетровых рыб при искусственном воспроизводстве и товарном выращивании*. Апатиты: Изд. Кольского научного центра РАН, 58.

15 Черкесова, ДУ, Шахназарова, АБ. (2009). Токсическое воздействие нитритов на организм рыб. *Экология животных. Юг России: экология, развитие*, 4126-130.

16 Kang, YJ, Kim, J-H, Lee, KM. (2022). Effects of Nitrite Exposure on the Hematological Properties, Antioxidant and Stress Responses of Juvenile Hybrid Groupers, *Epinephelus lanceolatus* ♂×*Epinephelus fuscoguttatus* ♀. *Antioxidants*, 11, 545.

17 Huang, Z., Jiang, Y., Song, X., Hallerman, E., Peng, L., Dong, D., Ma, T., Zhai, J., Li, W. (2018). Ammonia-oxidizing bacteria and archaea within biofilters of a commercial recirculating marine aquaculture system. *AMB Express*, 8(17), 1-12.

18 Sergaliyev, NK, Kakishev, MG, Ginayatov, NS, Nurzhanova, FK, Andronov, EE. (2021). Microbiome structure in a recirculating aquaculture system and its connection to infections in sturgeon fish. *Veterinary*, 14(3), 661-668.

References

1 Handozhkot, GA, Vasil'ev, AA, Handozhko, GA, Guseva, YUA. (2011). *Rekomendacii po ispol'zovaniyu sovremennyh sredstv kontrolya i upravleniya tekhnologicheskimi processami v rybovodnyh ustanovkakh zamknutogo vodosnabzheniya*. Saratov: Izdatel'stvo Saratovskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 52-63.

2 Stewart, GR. (1972). The Regulation of Nitrite Reductase Level in *Lemna minor* L. *Journal of Experimental Botany*, 23(1), 171-183.

3 Russo, RC. (2019). *Ammonia, nitrite, and nitrate*. In *Fundamentals of aquatic toxicology*. Edited by: Rand, G.M. and Petrocelli, S.R. 455-471.

4 Zsoldos, F., Haunold, E., Vashegyi, A., Herger, P. (1993). Nitrite in the root zone and its effects on ion uptake and growth of wheat seedlings. *Physiol. Plant.*, 89, 626-631.

5 Kozyr', AV, Cvirko, LS. (2019). Vliyanie akvaponnogo modulya na sodержanie azotistyh voedinenij v teplovodnyh ustanovkakh zamknutogo vodosnabzheniya pri vyrashchivanii klarievogo soma. *Vesnik Paleskaga Dzhyarzhana universiteta. Seryya pryrodaznauchykh navuk*, 1.

6 Тлупов, ТХ, Ерижоков, АЛ. (2014). Факторы, влияющие на развитие нитритной интоксикации рыб. *Мир Науки*, 4-2014.

7 Boyd, CE. (1990). *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama Agricultural Experiment Station, Auburn University, 482.

- 8 Moffett, RL, White, DM. (2017). *Aquaculture and Water Quality Management*. CRC Press.
- 9 Sergaliyev, NK, Kakishev, MG, Ginayatov, NS, Andronov, EE, Pinaev, AG. (2019). Examination of the microbiome of bastard sturgeon cultivated in the conditions of recirculated water. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 9(1), 4536-4542.
- 10 Sergaliyev, NH, Absatirov, GG, Tumenov, AN, Sariyev, BT, Ginayatov, NS. (2017). Nosological description of fish pathologies in RAS. *Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 9(9), 1637-1641.
- 11 Poddubnaya, IV, Gurkina, OA, Leksakov, RS, Sokolova, VV. (2016). Issledovanie gidrohimicheskikh parametrov vodnoi sredy UZV pri sozdanii optimal'nykh uslovii dlya vyrashchivaniya matochnogo pogolov'ya osetrovyyh ryb. *Aktual'nye problemy i perspektivy razvitiya veterinarnoi mediciny, zootekhniii akvakul'tury*, 289-292.
- 12 Timmons, MB, Ebeling, JM. (2013). Recirculating Aquaculture. *Cayuga Aqua Ventures*, 187.
- 13 CHalov, VV, Ponomareva, EN. (2010). Pokazateli vodnoi sredy i ammoniinyi azot v sisteme zamknutogo vodoobespecheniya pri sodержanii obektov akvakul'tury. *Vestnik AGTU. Ser.: Rybnoe hozyaistvo, I*.
- 14 Kazarnikova, AV, Shestakovskaya, EV. (2005). *Zabolevaniya osetrovyyh ryb pri iskusstvennom vosproizvodstve i tovarnom vyrashchivanii*. Apatity: Izd. Kol'skogo nauchnogo centra RAN, 58.
- 15 Cherkesova, DU, Shahnazarova, AB. (2009). Toksicheskoe vozdeistvie nitritov na organizm ryb. *Ekologiya zhivotnykh. YUg Rossii: ekologiya, razvitie*, 4126-130.
- 16 Kang, YJ, Kim, J-H, Lee, KM. (2022). Effects of Nitrite Exposure on the Hematological Properties, Antioxidant and Stress Responses of Juvenile Hybrid Groupers, *Epinephelus lanceolatus* ♂×*Epinephelus fuscoguttatus* ♀. *Antioxidants*, 11, 545.
- 17 Huang, Z., Jiang, Y., Song, X., Hallerman, E., Peng, L., Dong, D., Ma, T., Zhai, J., Li, W. (2018). Ammonia-oxidizing bacteria and archaea within biofilters of a commercial recirculating marine aquaculture system. *AMB Express*, 8(17), 1-12.
- 18 Sergaliyev, NK, Kakishev, MG, Ginayatov, NS, Nurzhanova, FK, Andronov, EE. (2021). Microbiome structure in a recirculating aquaculture system and its connection to infections in sturgeon fish. *Veterinary world*, 14(3), 661-668.

Тұйық сумен қамтамасыз ету қондырғылары жүйесінде өсірілетін жас бекіре балықтарының азот қосылыстарымен улануы

Бексултан А.Е., Гинаятов Н.С., Сариев Б.Т., Бригида А.В., Ниматов А.И.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Тұйық сумен қамтамасыз етілген қондырғылар жүйесінде (ТСҚеК) жас бекіре балықтарының имунитетінің деңгейі бірқатар факторларға, соның ішінде судың сапасына, азықтандыру нормаларына және стресстің болуына байланысты айтарлықтай өзгеруі мүмкін. Жас бекіре тұқымдас балықтар ересек балықтарға қарағанда ауру мен интоксикацияға бейім, олардың имундық жүйесі әлі де дамып келеді. Зерттеудің мақсаты жас бекіре тұқымдас балықтардың азотты қосылыстармен, мысалы, аммиак, нитриттер және балықтың метаболизмі кезінде пайда болатын нитраттармен улануын зерттеу болып табылды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу материалы ретінде ТСҚеК жүйесінде өсірілген жас бекіре (*Acipenser baerii* және *Acipenser gueldenstaedtii*) және бекіре балықтары өсірілген №3, 1 және 8 бассейндердегі айналмалы су үлгілері алынды. Зерттеу барысында физиологиялық ауытқуы бар дараларды клиникалық тексеру, летальді жағдайдағы бекіре тұқымдас балықтарды патанатомиялық жарып-сою, сонымен қатар патологиялық материалды токсикологиялық талдау мен айналмалы суды номиналды көрсеткіштермен салыстыру әдістері қолданылды.

Нәтижелер. Айналмалы судың гидрохимиялық талдауының нәтижелері бойынша аммоний қосылыстарының нормадан сәл ауытқуы анықталды, бірақ ол шекті рұқсат етілген концентрация

деңгейінде. Дегенмен, жас бекіре балықтары үшін осы көрсеткіштер улануды туғызуы мүмкін, себебі жас бекіре балықтарының ағзасы судың гидрохимиялық көрсеткіштерінің ең аз өзгерістеріне де өте сезімтал, бұл клиникалық тексерудің нәтижелерімен, сондай-ақ өлексенің беткі қабатында токсиндердің әсерін көрсететін өзгерістерді анықтайтын патологиялық сараптама нәтижелерімен расталады.

Қорытынды. Дамудың алғашқы кезеңдерінде бекіре тұқымдас балықтар улануға бейім, өйткені олардың детоксикация жүйесі онша тиімді емес. ТСҚеҚ-дағы суды бақылау проблемалары аммиак пен нитрит концентрациясының улы деңгейге дейін жиналуымен қиындауы мүмкін. ТСҚеҚ-дағы айналымдағы суды бақылау маңызды.

Кілт сөздер: жас бекіре балықтары; интоксикация; азот қосылыстары; ТСҚеҚ; нитрификация.

Отравление азотными соединениями молоди осетровых рыб, выращиваемых в установках замкнутого водоснабжения

Бексултан А.Е., Гинаятов Н.С., Сариев Б.Т., Бригида А.В., Ниматов А.И.

Аннотация

Предпосылки и цель. Исследования, проведенные в условиях установок замкнутого водоснабжения (УЗВ), показали, что уровень иммунитета молоди осетра в УЗВ может значительно варьировать в зависимости от ряда факторов, включая качество воды, условия содержания, питание и наличие стресса. Целью исследований было изучение интоксикации молоди осетра азотистыми соединениями, такими как аммиак, нитриты и нитраты, образующихся в процессе метаболизма рыбы, представляет собой серьезную проблему.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили молодь осетровых, выращенная в УЗВ (*Acipenser baerii* и *Acipenser Gueldenstaedtii*), и пробы оборотной воды из бассейна № 3, 1 и 8, где выращивалась молодь. В ходе исследования использовались методы клинического обследования особей с физиологическим отклонением, патоанатомического вскрытия погибших особей осетровых, а также токсикологического анализа патологического материала и оборотной воды в УЗВ в сравнении с номинальными показателями.

Результаты. По результатам гидрохимического анализа оборотной воды было выявлено незначительное отклонение от нормы по аммонийным соединениям, но оно находится на уровне предельно допустимой концентрации. Однако молодь осетровых рыб может быть отравлена этими показателями, так как организм молоди осетровых рыб очень чувствителен даже к минимальным изменениям гидрохимических параметров воды, что подтверждается результатами клинического осмотра, а также патоанатомического вскрытия.

Закключение. На ранних стадиях развития осетровые более восприимчивы к отравлению, поскольку их система детоксикации менее эффективна. Проблемы контроля воды в УЗВ могут усугубляться накоплением концентраций аммиака и нитритов до токсичных уровней. Важно контролировать оборотную воду в системе УЗВ.

Ключевые слова: осётр; интоксикация; соединения азота; УЗВ; нитрификация.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2 (125). - Р.134-144 . - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1891

УДК 631.527:633.11(574):575.224.34

Исследовательская статья

Отзывчивость казахстанских сортов озимой пшеницы на андрогенез в культуре пыльников *in vitro*

Абекова А.М. , Ержебаева Р.С. , Базылова Т.А. , Айнебекова Б.А. 

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Абекова А.М.: aabekova@mail.ru

Соавторы: (1: РЕ) raushan_2008@mail.ru;

(2: ТБ) t.bazylova@mail.ru; (3: БА) bakyt.alpisbay@gmail.com

Получено: 04-04-2025 **Принято:** 24-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В селекционных программах пшеницы основным вопросом стоит создание новых сортов, характеризующихся высокой урожайностью, устойчивостью к абиотическим и биотическим факторам. Для создания нового сорта пшеницы селекционерам необходимо 10-14 лет. Многие селекционеры пытаются достичь данной цели, сочетая традиционные и биотехнологические методы, тем самым экономя усилия и время. Применение культуры пыльников (гаплоидная технология), является одним из наиболее эффективных биотехнологических методов ускорения селекции. Однако, учёные отмечают низкую воспроизводимость разработанных и опубликованных протоколов по гаплоидной технологии. В Казахстане гаплоидные технологии не внедрены в селекционный процесс пшеницы. Препятствием являются высокая зависимость от генотипа, низкая воспроизводимость опубликованных протоколов, низкая частота формирования эмбриоподобных структур из микроспор, регенерация зеленых растений. Целью наших исследований является подбор модельных генотипов озимой пшеницы, отзывчивых на андрогенез для усовершенствования протокола андрогенеза.

Материалы и методы. Исследования проведены на полевом стационаре отдела зерновых культур и в лаборатории биотехнологии ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (КазНИИЗиР), расположенном на юго-востоке Республики Казахстан. В качестве материала исследований были использованы 35 сортов озимой пшеницы мировой и казахстанской селекции. Оценка отзывчивости на андрогенез была проведена с использованием технологии культуры пыльников *in vitro*.

Результаты. Исследование 35 сортов озимой пшеницы на трех питательных средах методом культуры пыльников, позволило установить очень низкую отзывчивость на андрогенез изучаемых генотипов. 14 генотипов показали отзывчивость на уровне 0,8-12 АС/чашка Петри, 18 генотипов не реагировали на индукцию андрогенеза (0 АС/чашка Петри). Выделены 3 сорта озимой пшеницы: Мереке 70, Арап улучшенный, Фараби, у которых уровень образования андрогенных структур (АС) на питательной среде С17 составил 14-17 АС/чашка Петри.

Заключение. Выделенные отзывчивые генотипы: Мереке 70, Арап улучшенный, Фараби будут использованы как модельные для оптимизации и усовершенствования протокола андрогенеза казахстанского пула озимой пшеницы.

Ключевые слова: озимая пшеница; гаплоидная технология; культура пыльников *in vitro*; эмбриогенез.

Введение

Пшеница (*Triticum aestivum* L.) – относится к семейству злаковых, является важной, ведущей, зерновой сельскохозяйственной культурой в мире [1]. В Казахстане пшеница является основной стратегически значимой культурой. Площадь ее возделывания в Казахстане в 2024 году составила 12 881,3 тыс. га. [2]. Увеличение производства зерна пшеницы является одним из важных направлений для обеспечения продовольственной безопасности. Зерно озимой пшеницы используется в нескольких направлениях в зависимости от его качества и потребностей рынка: продовольственное использование – переработка в муку для производства хлеба; кормовое зерно – используется в животноводстве, особенно если оно не соответствует продовольственным стандартам; посевной материал – часть урожая сохраняется для будущего сева; экспорт – многие страны экспортируют излишки зерна на международные рынки; переработка в спирт и биотопливо – некоторые сорта могут использоваться в промышленности [3].

Для увеличения производства зерна пшеницы ключевую роль играет селекция. Основными параметрами регистрации новых сортов являются три критерия: отличимость, однородность и стабильность.

С целью достижения такого важного критерия как однородность сортов во многих селекционных программах мира создание дигаплоидных линий является одной из приоритетных задач [4, 5]. Создание нового сорта озимой пшеницы традиционным методом может занять от 10 до 14 лет, в зависимости от различных факторов, включая методику селекции, цели и условия работы. Использование гаплоидной технологии в зерновых культурах позволяет добиться достижения генетической гомозиготности и чистых линий из гетерозисного селекционного материала в одном поколении [6]. С использованием этого метода можно значительно сократить время на отбор и тестирование, а также повысить точность создания сортов с нужными признаками.

Согласно литературным данным, за последние десятилетия ученые (Castillo A., 2021, Kanbar O. et al., 2020) усовершенствовали протоколы получения дигаплоидов в культуре пыльников [7, 8]. При этом, многие ученые отмечают генотипическую зависимость, т. е. одни генотипы озимой пшеницы отзывчивые и дают повышенный результат андрогенных структур в культуре пыльников, другие генотипы с низкой степенью ответа на андрогенез. Воспроизводимость и передача опубликованных протоколов до сих пор не успешна в практической селекции (Wang H., 2019, Kanbar O., 2020) [9, 10]. Важными факторами для успешного получения и внедрения культуры пыльников озимой пшеницы являются: генетический фон растений-доноров, высококвалифицированные специалисты [11], сокращение выхода альбиносных растений [12, 13]; сроки сбора побегов, отражающие стадию развития микроспор [14]; физиологические условия роста растений [15]; разнообразные абиотические стрессы предварительной обработки [16]; физические факторы в культуре тканей, такие как свет и температура, состав среды культивирования пыльников и микроспор [17, 18].

В Казахстане технология культуры пыльников не внедрена в селекционный процесс пшеницы. Препятствием являются высокая зависимость от генотипа, низкая воспроизводимость опубликованных протоколов, низкая частота формирования эмбриоподобных структур из микроспор, регенерация зеленых растений, отсутствие в теплицах достаточной искусственной досветки, позволяющей выращивать хорошо развитые донорные растения в течение всех сезонов. В КазНИИЗиР донорные растения пшеницы выращиваются только в полевых условиях в весенне-летний период. Таким образом, данная тема актуальна для Казахстанской селекции и решение проблемы низкой эффективности протоколов при работе в практической селекции с разнообразным материалом до настоящего времени остается открытой. Целью нашего исследования является подбор и выделение модельных генотипов озимой пшеницы, отзывчивых на андрогенез для усовершенствования протокола андрогенеза казахстанских генотипов.

Материалы и методы

Материалом для исследований являлись 35 перспективных озимых сортов пшеницы казахстанской и мировой коллекции, изученных в культуре пыльников и микроспор: Момышулы, Несіпхан, Бахытжан, Алихан, Кызыл Бидай, Адия, Карой 90, Сәтті, Мереке 70, Хан Тенгри, Алия,

Стекловидная 24, Вавилов, Аманат, Димаш, Алмалы, Егемен 20, Тәлімі 80, Сапалы, Тассай, Раминая, Матай, Майра, Пиротрикс 50, Chinese Spring, Дулати, Бесагаш, Богарная 56, Жетысу, Арап улучшенный, Казахстанская 10, Павон, Безостая 100, ЯТХ 13, Фараби, полученные от отдела зерновых культур КазНИИЗиР. Донорные растения пшеницы были выращены при озимом посеве на научно-полевом стационаре зерновых культур ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства». Посев донорных растений был проведен 26 октября 2023 г., площадь делянки каждого образца 10 м². Все агротехнические работы были проведены согласно стандартному протоколу для озимых пшениц юга и юго-востока Казахстана (внесение удобрений азота, фосфора и калия (1:1:1) были добавлены осенью, а в середине апреля 2024 года была внесена аммиачная селитра).

Сбор колосьев донорных растений озимой пшеницы был проведен с 15.05.24 г. по 22.05.24 г. по 45 колосьев каждого генотипа, когда растения находились в фазе средне-поздней одноядерной микроспоры. Стадия пыльников была определена с помощью микроскопа (Meiji Techno 4300L, Япония) при увеличении $\times 400$. Предварительная холодовая обработка была проведена в течение 14 дней при температуре +4 °C [19, 20]. Растения были помещены в колбы с водой и закрыты полиэтиленовыми пакетами для предотвращения высыхания. После холодовой обработки осуществлена стерилизация колосьев с использованием 0,1% раствора дихлорида ртути в течение 6 мин на шейкере и трижды промыта стерильной дистиллированной водой в ламинарном боксе, по 5 мин [21].

Изолированные пыльники в асептических условиях вводились на три жидкие питательные модифицированные питательные среды: W14 (*Lantos, Ch. et al.* (2016); *Jia, X., et al.* (1994) [5, 22], C17 (*Weigt D. et al.*, 2020) [23], MC (*Rubtsova M. et al.* 2013 [24], *Weigt D. et al.*, 2019 [25]). Состав питательных сред представлен в таблице 1. Пыльники были посажены в стерильные чашки Петри диаметром 60 мм, объем питательной среды – 7 мл. Плотность посадки 100 пыльников на одну чашку Петри. На каждую питательную среду было посажено по 5 чашек Петри каждого сорта пшеницы.

Таблица 1 – Состав питательных сред, используемых в культуре пыльников *in vitro*

Название компонентов питательной среды	Питательные среды			
	Для индукции, (мг/л)			Для регенерации (мг/л)
	C17	W14	mMS	MS
Макросоли				
KNO ₃	1,400	2,000	1,900	1,900
KCL		-	-	-
K ₂ SO ₄		700	-	-
(NH ₄) ₂ SO ₄		-	-	-
NH ₄ NO ₃	300	-	1,65	1,650
KH ₂ PO ₄	400	-	170	170
NH ₄ H ₂ PO ₄	-	380	-	-
CaCl ₂ · 2H ₂ O	150	140	440,0	332,2
Ca(NO ₃) ₂ · 4H ₂ O	-	-	-	-
MgSO ₄ · 7H ₂ O	150	200	370,0	180,7
Iron source				
Na ₂ EDTA	37,8	37,3	37,2	37,2
FeSO ₄ · 7H ₂ O	37,8	27,8	27,8	27,8
Микросоли				
MnSO ₄ · 4H ₂ O	11,2	8	-	16,9
MnSO ₄ · H ₂ O	-	-	22,3	-

Продолжение таблицы 1

ZnSO ₄ · 7H ₂ O	8,6	3	8,6	8,9
H ₃ BO ₃	6,2	3	6,2	6,2
KI	0,86	0,5	0,83	0,8
CuSO ₄ · 5H ₂ O	0,025	0,025	0,025	0,025
CoCl ₂ · 6H ₂ O	0,025	0,025	-	0,025
Na ₂ MoO ₄ · 2H ₂ O	-	0,005	-	0,25
Витамины				
Myo-Inositol	100	500	100	100
Тиамин HCl (B1)	1	2	0,4	0,1
Пиридоксин HCl (B6)	0,5	0,5	0,5	0,5
Фолиевая кислота	0,5	-	-	-
Никотиновая кислота (PP)	0,5	0,5	0,5	0,5
Другие компоненты				
Глицин	2	2	-	2
L-цистеин	-	50	-	-
Биотин	1	-	-	-
Сахароза	-	-	-	30,000
Мальтоза	90,000	90,000	90,000	-
2,4-Д	1,5	5	0,5	2,5
ИУК	-	-	1,0	-
Кинетин	0,5	-	0,3	-
ПФА	20	-	-	-
БАП	-	0,5	-	-
Этефон	-	20	-	-
НУК	-	-	-	-
Фиколл 400	-	100,000	-	-
Агар	-	-	-	8,000
Агароза	6,000	6,000	-	-
Гельрат	-	-	-	-
Фитогель	-	-	200	-
pH	5,8	5,8	5,8	5,8

Обработка изолированных пыльников тепловым шоком была проведена при 32 °C в течение 36 часов в темноте в термостате Binder, для улучшения андрогенеза у озимой пшеницы [13, 16].

Культивирование пыльников было осуществлено по протоколу описанный *C. Lantos* с соавт. 2013 [13, 17]. Для предотвращения контаминации в питательную среду был добавлен антибиотик цефотаксим в концентрации 200 мг/л.

Для регенерации была использована питательная среда Мурасиге и Скуга (MS) с модификациями. Состав питательной среды для регенерации представлен так же в таблице 1. Материал, пересеженный на питательную среду для регенерации растений, инкубировался при 16 часовом фотопериоде, освещении 10-15 тыс. люкс и температуре 20-22 °C в фитотроне ЛиА-1 (Россия).

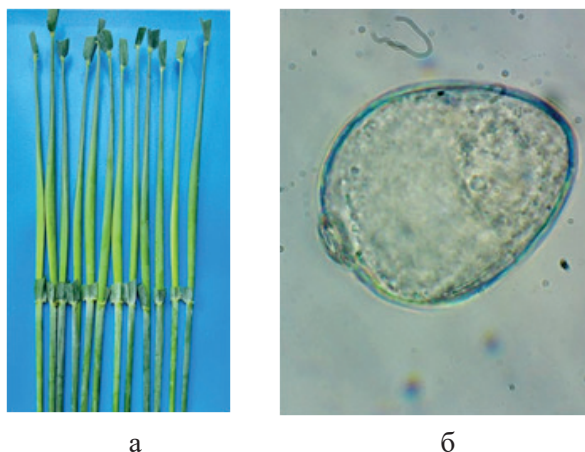
Адаптация растений – регенерантов к почве (перлит) была проведена в фитотроне ЛИА-1 (Россия), где поддерживался температурный режим 23-24 °C, освещение 8-10 тыс. люкс и 80% влажности. В течение первых двух недель (период адаптации) растения-регенеранты опрыскивали раствором

фитогормонов (0,5 мг/л кинетин, 2 мг/л гиббереллиновая кислота, 3 мг/л никотинамид) и поливали раствором воды, содержащим: макро- и микро- соли, хелат железа по прописи Мурасиге и Скуга.

Результаты и обсуждение

Данная работа была направлена на решение важной проблемы в селекции озимой пшеницы в Казахстане, а именно на улучшение и оптимизацию протоколов андрогенеза, повышающих эффективность получения гомозиготных удвоенных гаплоидов.

Оценка стадии микроспор озимой пшеницы, собранных в полевых условиях юго-востока РК показала, что в фазу флагового листа 47-48, согласно десятичному коду Zadoks 60-70% микроспор оцененных колосьев находились на средней и поздней одноядерной стадии развития (рисунок 1).



а – колосья в фазу флагового листа;
б – микроспора на стадии поздней одноядерной микроспоры

Рисунок 1 – Сбор колосьев озимой пшеницы для культуры пыльников

Изучение эмбриогенеза 35 сортов озимой пшеницы проведено на 3 жидких питательных средах: C17, W14 и mMS. Выбранные питательные среды широко используются в гаплоидных экспериментах среди исследователей. Наблюдения по технологии культуры пыльников озимой пшеницы велись по 525 чашках Петри. Результаты оценки выхода андрогенных структур показали, что их уровень образования был низкий и колебался в пределах 1,2-17 АС/чашка Петри. Наибольшее количество андрогенных структур (АС) формировалось на питательной среде C17 – в среднем (2,6 АС/чашка Петри). На данной питательной среде наибольшее количество АС зафиксировано у сортов: Мереке 70 ($16 \pm 1,1$), Арап улучшенный ($17 \pm 1,1$) и Фараби ($14 \pm 1,2$). На второй питательной среде W14 уровень андрогенеза был 1,9 АС/чашка Петри, с вариацией от 0 до 12. Наименьшее образование АС отмечено на среде mMS (0,8 АС/чашка Петри), с диапазоном от 0 до $6 \pm 2,2$.

Индукция андрогенеза не происходила у 18 генотипов: Алихан, Кызыл бидай, Адия, Карой 90, Сәтті 14, Хантенгри, Алия, Стекловидная 24, Вавилов, Аманат, Димаш, Алмалы, Егемен 20, Тәлімі 80, Дулати, Бесагаш, Жетысу и Chris – во всех трех питательных средах образование АС отсутствовало (0 АС/чашка Петри). В таблице 2 представлены сорта, по которым зафиксировано образование андрогенных структур.

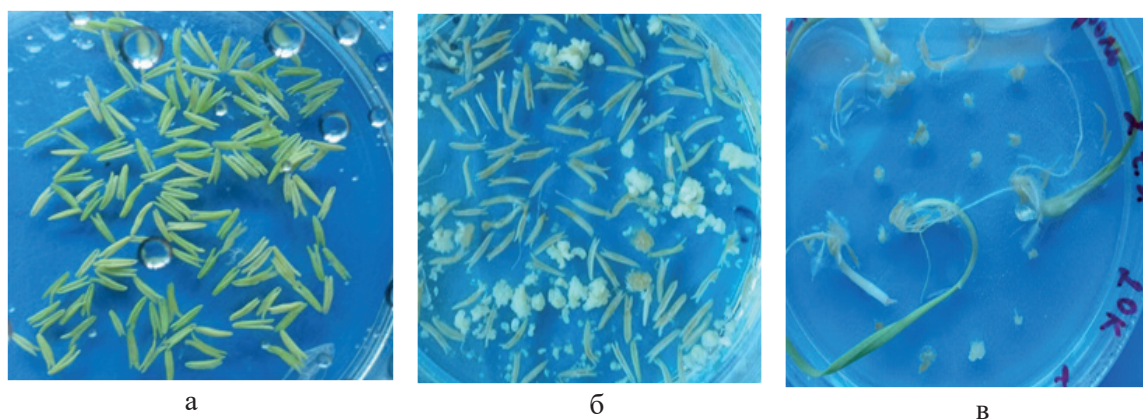
Таблица 2 – Результаты индукции андрогенеза в культуре *in vitro* сортов озимой пшеницы

№	Наименование сорта	Питательные среды		
		W14	C17	mMS
1	Момышулы	$5 \pm 2,1$	0	0
2	Несіпхан	$4 \pm 1,2$	$3 \pm 1,2$	0
3	Бахытжан	$3 \pm 1,1$	$4 \pm 1,2$	$5 \pm 1,2$

Продолжение таблицы 2

4	Мереке 70	12±1,1	16±1,1	0
5	Сапалы	4±1,3	2±1,2	4±1,2
6	Тассей	2±1,0	6±1,4	6±2,2
7	Раминая	0	5±1,4	4±2,2
8	Матай	1,5±1,1	4±1,1	0
9	Майра	0	4±1,4	1,2±1,1
10	Пиротрикс 50	0	0	1,2±1,1
11	Богарная 56	4±1,3	2±1,2	0
12	Арап улучшенный	12±2,7	17±1,1	0
13	Безостая 100	3±1,1	4±1,2	3±1,2
14	Фараби	9±1,1	14±1,2	4±1,3
15	Казахстанская 10	2,5±1,1	5±1,1	0
16	Pavon	1,5±1,1	4±1,1	0
17	Chinas Spring	2,5±1,2	0	0
Среднее значение		1,9	2,6	0,8

По итогам опыта выделены 3 генотипа озимой пшеницы, у которых зафиксирована наиболее высокая частота формирования эмбриоструктур в культуре пыльников: Арап улучшенный (17 АС/чашка Петри), Мереке 70 (16 АС/чашка Петри), Фараби (14 АС/чашка Петри). На рисунке 2 представлены андрогенные структуры и зеленые растения, полученные по сорту Арап улучшенный на питательной среде С17.



а – изолированные пыльники 1-й день, б – образование эмбриоструктур на 30-й день, в – регенерация зеленых растений

Рисунок 2 – Культура пыльников, выделенного отзывчивого сорта озимой пшеницы Арап, улучшенный на питательной среде С17

Дальнейшим этапом технологии является регенерация зеленых растений из образовавшихся андрогенных структур. Наиболее часто используемой питательной средой для регенерации в культуре пыльников является MS (*D. Weigt et al., 2019 [20]; M. Rubtsova, et al., 2013 [24]*), поэтому мы для изучения регенерации андрогенные структуры, достигшие 2-2,5 мм, пересаживали на агаризованную питательную среду для регенерации (MS). Всего было пересажено 286 шт андрогенных структур. Изучение регенерации растений *in vitro* образцов озимой пшеницы из андрогенных структур показало, что 53% имели биполярную структуру и сразу регенерировали в растения, имеющие побег и корни, а 47% были каллусы, из которых регенерировали либо

побеги, либо корни. Из андрогенных структур культуры пыльников было получено 39 зелёных полноценных растений. В итоге регенерация зелёных растений генотипов озимой пшеницы составила 23,4%.

Таким образом, полученные нами данные о генотипической зависимости андрогенезной технологии согласуются с результатами известных зарубежных учёных, таких как Чаба Лантос и Янош Паук – венгерских специалистов, более трёх десятилетий работающих в области гаплоидных технологий в селекции озимой пшеницы [5, 13]. В своих исследованиях они подробно анализируют факторы, влияющие на эффективность данной методики, включая генотипические особенности, условия выращивания донорных растений и состав питательных сред. Учёные подчёркивают необходимость постоянного усовершенствования технологии и активно проводят эксперименты, направленные на повышение её эффективности [19].

Заключение

Установлено, что на питательной среде С17 по изученным сортам озимой пшеницы формировалось наибольшее количество эмбриоподобных структур.

Выделены три сорта озимой пшеницы, наиболее отзывчивые на технологию культуры пыльников: Мереке 70 (16 эмбриоподобных структур на чашку Петри), Арап улучшенный (17 АС/чашка Петри) и Фараби (14 АС/чашка Петри).

Использование этих модельных генотипов позволит оптимизировать отдельные компоненты питательной среды, условия предобработки и этапы технологии *in vitro*, способствуя усовершенствованию протокола культуры пыльников для казахстанских сортов озимой пшеницы.

Вклад авторов

Все авторы внесли равноценный вклад в подготовку материалов и публикацию статьи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке МОН РК на 2024-2026 годы, по бюджетной программе 217 «Развитие науки», подпрограмме 102 «Грантовое финансирование научных исследований», ИРН АР23483859 «Повышение эффективности протокола культуры изолированных микроспор и пыльников *in vitro* озимой пшеницы для ускорения селекции новых сортов», данные исследования послужат основой для дальнейших работ по гаплоидной технологии.

Список литературы

- 1 Акинин, А., Забайкин, Ю., Машкин, Д. (2023). Инновационные методы биотехнологий повышения урожайности растений. *Innovative methods of biotechnology to increase plant productivity 562 Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 3(13), 559-568.
- 2 Ұлттық статистика бюросы. (2025). <https://stat.gov.kz>.
- 3 Зерно. (2025). <https://chatgpt.com/c/67ed24ce-f61c-8012-94a3-01e63b7f30f0>.
- 4 Li, H., Singh, R., Braun, H., Pfeiffer, W., Wang, J. (2013). Doubled Haploids versus Conventional Breeding in CIMMYT Wheat Breeding Programs. *Crop science*, 53(1), 74-83. DOI: 10.2135/cropsci2012.02.0116.
- 5 Lantos, Ch., Pauk, J. (2016). Anther culture as an effective tool in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding. *Russian Journal of Genetics*, 52, 794-801. DOI: 10.1134/S102279541608007X.
- 6 Yan, G., Liu, H., Wang, H., Lu, Z., Wang, Y., Mullan, D., Hamblin, J., Liu, C. (2017). Accelerated generation of selfed pure line plants for gene identification and crop breeding. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1786.
- 7 Castillo, A., Valero-Rubira, I., Allué S., Costar, M., Vallés, M. (2021). Bread Wheat Doubled Haploid Production by Anther Culture. *Methods in Molecular Biology*, 2287. DOI: 10.1007/978-1-0716-1315-3_11.

- 8 Kanbar, O., Lantos, C., Kiss, E., Pauk, J. (2020). Androgenic responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) combinations in in vitro anther culture. *Genetika*, 52(1), 337-350. DOI: 10.2298/GENSR2001335K.
- 9 Wang, H., Enns, J., Nelson, K., et al. (2019). Improving the efficiency of wheat microspore culture methodology: evaluation of pretreatments, gradients, and epigenetic chemicals. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 139, 589-599. DOI: 10.1007/s11240-019-01704-5.
- 10 Kanbar, O., Lantos, C., Chege, P., Kiss, E., Pauk, J. (2020). Generation of doubled haploid lines from winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding material using in vitro anther culture. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 56(4), 150-158. DOI: 10.17221/113/2019-CJGPB.
- 11 Kondic-Spika, A., Vukosavljev, M., Kobiljski, B., Hristov, N. (2011). Relationships among androgenetic components in wheat and their responses to the environment. *Journal of Biological Research*, 16, 217-223.
- 12 Broughton, S. (2011). The application of n-butanol improves embryo and green plant production in anther culture of Australian wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Crop and Pasture Science*, 62(10), 813-822. DOI:10.1071/CP11204.
- 13 Lantos, C., Weyen, J., Orsini, J., Gnad, H., Schlieter, B., Lein, V., Kontoeski, S., Jacobi, A., Mihaly, R., Broughton, S., Pauk, J. (2013). Efficient application of in vitro anther culture for different European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding programmes. *Plant Breeding*, 132(2), 149-154. DOI:10.1111/pbr.12032.
- 14 He, D., Ouyang, J. (1984). Callus and plantlet formation from cultured wheat anthers at different developmental stages. *Plant Science Letters*, 33(1), 71-79. DOI:10.1016/0304-4211(84)90070-1.
- 15 El-Hennawy, M., Abdalla, A., Shafey, S., Al-Ashkar, I. (2011). Production of doubled haploid wheat lines (*Triticum aestivum* L.) using anther culture technique. *Annals of Agricultural Sciences*, 56, 63-72. DOI: 10.1016/j.aoas.2011.05.008.
- 16 Islam, S., Tuteja, N. (2012). Enhancement of androgenesis by abiotic stress and other pretreatments in major crop species. *Plant Science*, 182, 134-144. DOI: 10.1016/j.plantsci.2011.10.001.
- 17 Broughton, S. (2008). Ovary co-culture improves embryo and green plant production in anther culture of Australian spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 95, 185-195. DOI:10.1007/s11240-008-9432-7.
- 18 Żur, I., Dubas, E., Krzewska, M., Janowiak, F. (2015). Current insights into hormonal regulation of microspore embryogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 6, 424. DOI:10.3389/fpls.2015.00424.
- 19 Lantos, Ch., Pauk, J. (2016). Anther culture as an effective tool in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding. *Russ J Genetika*, 52, 794-801. DOI:10.1134/S102279541608007X.
- 20 Weigt, D., Kiel, A., Siatkowski, I., Zyprych-Walczak, J., Tomkowiak, A., Kwiatek M. (2019). Comparison of the Androgenic Response of Spring and Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*, 9(1), 49. DOI:10.3390/plants9010049.
- 21 Yezhebayeva, R., Abdurakhmanova, M., Bastaubayeva, Sh., Tadjibayev, D. (2019). Effect of zeatin on in vitro embryogenesis and plant regeneration from anther culture of hexaploid triticales ($\times$ *Triticosecale* Wittmack). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 54(5), 934-945. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.934eng.
- 22 Jia, X., Zhuang, J., Hu, S., Ye, C., Nie, D. (1994). Establishment and application of the medium of anther culture of intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* $\times$ *Triticum-Agropyron*. *Sci. Agri. Sinica*, 27, 83-87.
- 23 Rubtsova, M., Gnad, H., Melzer, M., Weyen, J., Gils, M. (2013). The auxins centrophenoxine and 2, 4-D differ in their effects on non-directly induced chromosome doubling in anther culture of wheat (*T. aestivum* L.). *Plant Biotechnology Reports*, 7(3), 247-255. DOI: 10.1007/s11816-012-0256-x.
- 24 Weigt, D., Niemann, J., Siatkowski, I., Zyprych-Walczak, J., Olejnik, P., Kurasiak-Popowska, D. (2019). Effect of Zearalenone and Hormone Regulators on Microspore Embryogenesis in Anther Culture of Wheat. *Plants*, 8(11), 487. DOI: 10.3390/plants8110487.
- 25 Murashige, T., Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiology*, 15, 473-497, DOI: 10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

References

- 1 Akinin, A., Zabajkin, Y., Mashkin, D. (2023). Innovacionnye metody biotekhnologij povysheniya urozhajnosti rastenij. *Innovative methods of biotechnology to increase plant productivity. Economics: Yesterday, Today and Tomorrow*, 3(13), 559-568.
- 2 *Ulttyq statistika búrosy*. (2025). <https://stat.gov.kz>
- 3 Zerno. (2025). <https://chatgpt.com/c/67ed24ce-f61c-8012-94a3-01e63b7f30f0>
- 4 Li H., Singh R., Braun H., Pfeiffer W., Wang J. (2013). Doubled Haploids versus Conventional Breeding in CIMMYT Wheat Breeding Programs. *Crop science*, 53(1), 74-83. DOI: 10.2135/cropsci2012.02.0116.
- 5 Lantos Ch., Pauk, J. (2016). Anther culture as an effective tool in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding. *Russian Journal of Genetics*, 52, 794-801. DOI:10.1134/S102279541608007X.
- 6 Yan, G., Liu, H., Wang, H., Lu, Z., Wang, Y., Mullan, D., Hamblin, J., Liu, C. (2017). Accelerated generation of selfed pure line plants for gene identification and crop breeding. *Frontiers in Plant Science*, 8, 1786.
- 7 Castillo, A., Valero-Rubira, I., Allué S., Costar, M., Vallés, M. (2021). Bread Wheat Doubled Haploid Production by Anther Culture. *Methods in Molecular Biology*, 2287. DOI:10.1007/978-1-0716-1315-3_11.
- 8 Kanbar, O., Lantos, Ch., Kiss, E., Pauk, J. (2020). Androgenic responses of winter wheat (*Triticum aestivum* L.) combinations in in vitro anther culture. *Genetika*, 52(1), 337-350. DOI:10.2298/GENSR2001335K.
- 9 Wang, H., Enns, J., Nelson, K., et al. (2019). Improving the efficiency of wheat microspore culture methodology: evaluation of pretreatments, gradients, and epigenetic chemicals. *Plant Cell Tiss Organ Cult.*, 139, 589-599. DOI:10.1007/s11240-019-01704-5.
- 10 Kanbar, O., Lantos, C., Chege, P., Kiss, E., Pauk, J. (2020). Generation of doubled haploid lines from winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding material using in vitro anther culture. *Czech Journal of Genetics and Plant Breeding*, 56(4), 150-158. DOI: 10.17221/113/2019-CJGPB.
- 11 Kondic-Spika, A., Vukosavljev, M., Kobiljski, B., Hristov, N. (2011). Relationships among androgenetic components in wheat and their responses to the environment. *Journal of Biological Research*, 16, 217-223.
- 12 Broughton, S. (2011). The application of n-butanol improves embryo and green plant production in anther culture of Australian wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Crop and Pasture Science*, 62(10), 813822. DOI:10.1071/CP11204.
- 13 Lantos, C., Weyen, J., Orsini, J., Gnad, H., Schlieter, B., Lein, V., Kontoeski, S., Jacobi, A., Mihaly, R., Broughton, S., Pauk, J. (2013). Efficient application of in vitro anther culture for different European winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding programmes. *Plant Breeding*, 132(2), 149-154. DOI:10.1111/pbr.12032.
- 14 He, D., Ouyang, J. (1984). Callus and plantlet formation from cultured wheat anthers at different developmental stages. *Plant Science Letters*, 33(1), 71-79. DOI:10.1016/0304-4211(84)90070-1.
- 15 El-Hennawy, M., Abdalla, A., Shafey, S., Al-Ashkar, I. (2011). Production of doubled haploid wheat lines (*Triticum aestivum* L.) using anther culture technique. *Annals of Agricultural Sciences*, 56, 63-72. DOI: 10.1016/j.aoas.2011.05.008.
- 16 Islam, S., Tuteja, N. (2012). Enhancement of androgenesis by abiotic stress and other pretreatments in major crop species. *Plant Science*, 182, 134-144. DOI: 10.1016/j.plantsci.2011.10.001.
- 17 Broughton, S. (2008). Ovary co-culture improves embryo and green plant production in anther culture of Australian spring wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 95, 185-195. DOI:10.1007/s11240-008-9432-7.
- 18 Żur, I., Dubas, E., Krzewska, M., Janowiak, F. (2015). Current insights into hormonal regulation of microspore embryogenesis. *Frontiers in Plant Science*, 6, 424. DOI:10.3389/fpls.2015.00424.
- 19 Lantos, Ch., Pauk, J. (2016). Anther culture as an effective tool in winter wheat (*Triticum aestivum* L.) breeding. *Russ J Genet*, 52, 794-801. DOI:10.1134/S102279541608007X.
- 20 Weigt, D., Kiel, A., Siatkowski, I., Zyprych-Walczak, J., Tomkowiak, A., Kwiatek M. (2019). Comparison of the Androgenic Response of Spring and Winter Wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plants*, 9(1), 49. DOI:10.3390/plants9010049.

21 Yerzhebayeva, R., Abdurakhmanova, M., Bastaubayeva, Sh., Tadjibayev, D. (2019). Effect of zeatin on in vitro embryogenesis and plant regeneration from anther culture of hexaploid triticale ($\times$ *Triticosecale* Wittmack). *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*, 54(5), 934-945. DOI: 10.15389/agrobiology.2019.5.934eng.

22 Jia, X., Zhuang, J., Hu, S., Ye, C., Nie, D. (1994). Establishment and application of the medium of anther culture of intergeneric hybrids of *Triticum aestivum* $\times$ *Triticum-Agropyron*. *Sci. Agri. Sinica*, 27, 83-87.

23 Rubtsova, M., Gnad, H., Melzer, M., Weyen, J., Gils, M. (2013). The auxins centrophenoxine and 2, 4-D differ in their effects on non-directly induced chromosome doubling in anther culture of wheat (*T. aestivum* L.). *Plant Biotechnology Reports*, 7(3), 247-255. DOI:10.1007/s11816-012-0256-x.

24 Weigt, D., Niemann, J., Siatkowski, I., Zyprych-Walczak, J., Olejnik, P., Kurasiak-Popowska, D. (2019). Effect of Zearalenone and Hormone Regulators on Microspore Embryogenesis in Anther Culture of Wheat. *Plants*, 8(11), article 487. DOI:10.3390/plants8110487.

25 Murashige, T., Skoog, F. (1962). A Revised Medium for Rapid Growth and Bio Assays with Tobacco Tissue Cultures. *Plant Physiology*, 15, 473-497. DOI:10.1111/j.1399-3054.1962.tb08052.x.

Қазақстанның күздік бидай сұрттарының in vitro антер мәдениетіндегі андрогенезге жауапкершілігі

Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Базылова Т.А., Айнебекова Б.А.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Бидайдың селекциялық бағдарламаларында өнімділігі жоғары және абиотикалық және биотикалық факторларға төзімділігімен сипатталатын жаңа сорттарды жасау басты мәселе болып табылады. Бидай сортын жасау үшін селекционерлерге 10-14 жыл қажет. Көп селекционерлер дәстүрлі және биотехнологиялық әдістерді біріктіру арқылы осы мақсатқа жетуге тырысады, осылайша күш пен уақытты үнемдейді. Тозандық дақылды қолдану (гаплоидты технология) ең тиімді биотехнологиялық әдістердің бірі болып табылады. Дегенмен, ғалымдар гаплоидты технология бойынша әзірленген және жарияланған хаттамаларды қайталау мүмкіндігінің төмен екенін атап өтті. Қазақстанда гаплоидты технологиялар бидайдың селекциялық процесіне енгізілмеген. Кедергілер генотипке жоғары тәуелділік, жарияланған хаттамалардың қайталану мүмкіндігінің төмендігі, микроспоралардан эмбрион тәрізді құрылымдардың пайда болуының төмен жиілігі және жасыл өсімдіктердің регенерациясы болып табылады. Біздің зерттеуіміздің мақсаты – андрогенез хаттамасын жетілдіру үшін андрогенезге жауап беретін күздік бидайдың модельдік генотиптерін таңдау.

Материалдар мен әдістер. Зерттеулер ҚР оңтүстік-шығысында орналасқан «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС («ҚазЕӨШҒЗИ» ЖШС), дәнді дақылдар бөлімінің далалық стационарында және өсімдіктер биотехнологиясы зертханасында жүргізілді. Зерттеу материалы ретінде әлемдік және қазақстандық селекциядағы күздік бидайдың 35 түрі пайдаланылды. Андрогенезге жауап беруді бағалау in vitro тозаң культурасы технологиясын қолдану арқылы жүргізілді.

Нәтижелер. Күздік бидайдың 35 сортын тозаң культурасы әдісімен үш түрлі қоректік ортада зерттеу генотиптердің андрогенезге жауап беру мүмкіндігінің өте төмен екенін анықтауға мүмкіндік берді. 14 генотип 0,8 - 12 АҚ/Петри табақшасы деңгейінде жауап берді, 18 генотип андрогенез индукцияларына жауап бермеді (0 АҚ/Петри табақшасы). Күздік бидайдың 3 сорты бөлініп алынды: Мереке 70, жақсартылған Арап және С17 қоректік ортасында андрогендік құрылымдардың (АҚ) түзілу деңгейі 14-17 АҚ/Петри табақшасын құраған Фараби.

Қорытынды. Бөлініп алынған генотиптер қазақстандық күздік бидай пулының андрогенез хаттамасын оңтайландыру және жетілдіру үшін үлгі ретінде пайдаланылатын болады.

Кілт сөздер: күздік бидай; гаплоидты технология; in vitro тозаң культурасы, эмбриогенез.

Responsiveness of Kazakhstan winter wheat varieties to androgenesis in *in vitro* anther culture

Alfiya M. Abekova, Raushan S. Yerzhebayeva, Tamara A. Bazylova, Bakyt A. Ainebekova

Abstract

Background and Aim. In wheat breeding programs, one of the main challenges is the creation of new varieties characterized by high productivity and resistance to abiotic and biotic stress factors. To create a wheat variety, breeders need 10-14 years. To accelerate this process, breeders increasingly combine traditional and biotechnological approaches, saving both time and effort. The use of anther culture (haploid technology) is one of the most effective biotechnological methods. However, scientists note the low reproducibility of existing and published protocols for haploid technology. In Kazakhstan, haploid technologies have not yet been introduced into the wheat breeding process. The obstacles include strong genotype dependence, low reproducibility of published protocols, and a low frequency of embryo-like structure formation and green plant regeneration from microspores. The aim of our research is to identify model genotypes of winter wheat that are responsive to androgenesis in order to improve the androgenesis protocol.

Materials and Methods. The studies were conducted at the Kazakh Scientific Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP (“KSRIAPG”), located in the southeast of the Republic of Kazakhstan, at the field station of the grain crops department and in the plant biotechnology laboratory. A total of 35 winter wheat varieties of both international and Kazakhstani origin were used as research material. The responsiveness to androgenesis was assessed using *in vitro* anther culture technology.

Results. The study of 35 winter wheat varieties on three nutrient media using the anther culture method revealed generally low responsiveness to androgenesis among the studied genotypes. 14 genotypes showed responsiveness ranging from 0.8 to 12 androgenic structures (AS) per Petri dish, while 18 genotypes did not respond to androgenesis induction (0 AS/Petri dish). Three winter wheat varieties: *Mereke 70*, *Arap Improved*, and *Farabi*- were identified as the most responsive, with 14-17 AS/Petri dish on the C17 nutrient medium.

Conclusion. The selected responsive genotypes will be used as models for optimization and improvement of the androgenesis protocol for the Kazakhstan winter wheat breeding pool.

Keywords: winter wheat; haploid technology; *in vitro* anther culture; embryogenesis.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 145-159. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1901

УДК 631.331.5:630*232(045)

Обзорная статья

Разработка почвообрабатывающе-посевных машин для органического сельского хозяйства, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана

Адуов М.А. , Нукушева С.А. , Каспаков Е.Ж. , Володя К. , Исенов К.Г. 

Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина,
Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Адуов М.А.: aduov50@mail.ru

Соавторы: (1: СН) nukusheva60@mail.ru; (2: ЕК) kaspakove@mail.ru;
(3: КВ) vkadirkbek@list.ru; (4: ИК) isenov-kz@mail.ru

Получено: 08-04-2025 **Принято:** 17-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Для развития современных технологий возделывания зерновых культур состояние парка сельскохозяйственных машин создаёт определенные препятствия и приводит к срыву сроков полевых работ, недобору урожая и сокращению посевных площадей. Так же ежегодный ввоз сельскохозяйственной техники не решает проблему обеспечения, так как не все завозимые сельскохозяйственные машины соответствуют агротехническим требованиям и адаптированы к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана, по цене фермерам эти машины недоступны и в течение года мало загружены. В связи с чем, основной целью наших разработок является оснащение фермеров испытанной отечественной техникой.

Материалы и методы. Для испытаний были проведены посевы сорта яровой пшеницы «Карабалыкская 90» и «Астана», для сеялки с комбинированными сошниками посев пшеницы сорта «Шортандинская 95 улучшенная», посев ячменя «Сабир», посев семян трав житняка сорта «Бурабай» и костреца безостого «Акмолинский изумрудный».

При разработке машин применены новые технологии машиностроения, статистические методы исследования, системы контроля и управления, автоматизированное проектирование (САПР) и 3D моделирование рабочих деталей, сборка чертежей производилась в программе SolidWorks.

Результаты. По результатам агротехнической оценки видно, что по равномерности глубины заделки семян и распределению растений по площади питания экспериментальные образцы сеялок превосходят серийные сеялки.

Энергетическая оценка разработанных сеялок показал, что при скорости 10 км/ч и глубине заделки семян 4 см у экспериментальной сеялки с сошниками чизель-диски-чизель тяговое сопротивление равно 3,83 кН, у экспериментальной сеялки с сошниками лапа-диски-лапа составляет – 5,22 кН, тогда как у серийной сеялки – 9,55 кН. А у сеялки для посева несypyчих семян трав тяговое сопротивление при глубине – 4 см равно 4,6 кН. Результаты тягового сопротивления широкозахватной сеялки ПК КАТУ – 8,2 по итогам лабораторно-полевых исследований показывают, что тяговое сопротивление на 1 метр захвата на 11,3% меньше, чем у серийной сеялки.

Закключение. Разработанные экспериментальные образцы посевных машин обеспечивают техническую, технологическую и экономическую конкурентоспособность отечественной техники зарубежным комплексам сельскохозяйственных машин со сниженными эксплуатационными затратами на 15% и ожидается получение расчетного годового экономического эффекта свыше 4 000 000 тенге на одну машину.

Ключевые слова: почвообрабатывающе-посевные машины; посев семян; глубина заделки; точность высева; тяговое сопротивление; комбинированные сошники.

Введение

Одним из преимуществ обеспечения безопасности экосистемы и общественного здоровья является органическое сельское хозяйство, а путь к балансу между природой и производством лежит через органическое земледелие путём применения новых технологий [1].

В Казахстане есть потенциал для развития органического сельского хозяйства, ещё большая доля земельных площадей [1, 2, 3], где поля мало культивированы, незначительно обработаны и вообще не были использованы химические удобрения [4].

На текущее время 30% возделывания всех сельскохозяйственных угодий приходится на долю средних фермерских хозяйств, которые и нуждаются в высокопроизводительной экологичной технике с менее энергоёмкими рабочими органами и невысокой стоимостью.

Из числа хозяйствующих субъектов в сельскохозяйственной отрасли только 15% представлены крупными предприятиями, которые сконцентрированы в северных регионах страны и имеют хорошо оснащённую производственно-материальную базу с возможностью внедрять новые технологии. Более 50% это индивидуальные предприниматели или фермерские крестьянские хозяйства (средние и мелкие хозяйства) с морально и физически устаревшей техникой, с низкой производительностью труда, слабой системой внедрения новых технологий.

В целях устойчивого и экологически чистого сельскохозяйственного производства для средних агропредпринимателей нужна отечественная альтернатива, это multifunctional, комбинированные, адаптированные к местным погодным условиям, доступные по цене сельскохозяйственные посевные машины, которые могли бы заменить импортные, недоступные зарубежные посевные комплексы. При таком подходе к решению проблемы снизится воздействие на окружающую среду, повысится производительность труда, будут решены социальные задачи, ориентированные на развитие «зелёной» экономики и на органически-чистые продукты [5].

В связи с чем целью наших исследований было разработать и предложить взамен ввозимым посевным комплексам, отечественные посевные машины доступные средним сельхозтоваропроизводителям и соответствующие новым современным технологиям модернизации АПК. Разработаны: сеялка для подпочвенно-разбросного посева семян, сеялка для высевы несипучих семян трав, где впервые произведён трансферт технологии и сеялка с электронным блоком управления, сеялка с комбинированными сошниками, где так же впервые предложена комбинация сошников: чизель-диски- чизель, лапа- диски -лапа, так же с электронным блоком управления технологическим процессом.

Материалы и методы

Хозяйственные испытания почвообрабатывающе-посевных машин проведены на территории ТОО «Шахтерское» (Карагандинская область, Нуринский район), АО «Нура» (Акмолинская область, Целиноградский район), КХ «Сарыарка» (Акмолинская область, Коргалджинский район), КХ «Гульдана» (Северо-Казахстанская область, район им. Г.Мусрепова), на территории научно-производственного кампуса Казахского агротехнического исследовательского университета им.С.Сейфуллина (г. Астана), на полях ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» (Акмолинская область, Шортандинский район) и ТОО «Северо-Казахстанская сельскохозяйственная опытная станция» (Северо-Казахстанская область, п. Шагагалы).

Все разработанные машины хозяйственные испытания прошли в период с 2017 по 2020 годы.

Для испытаний были проведены посевы сорта яровой пшеницы «Карабалыкская 90» и «Астана», для сеялки с комбинированными сошниками посев пшеницы сорта «Шортандинская 95 улучшенная» ПР-3, посев ячменя «Сабир», посев семян трав житняка сорта «Бурабай» и коостреца безостого «Акмолинский изумрудный».

При разработке машин применены новые технологии машиностроения, статистические методы исследования, системы контроля и управления. Автоматизированное проектирование (САПР) и 3D моделирование рабочих деталей, сборка чертежей производилась в программе SolidWorks.

Таким образом, разработка прошла путь от математического моделирования до экспериментальных образцов машин, проведены хозяйственные испытания, а теоретические

результаты оценки разработанных машин получены через конструирование компьютерных моделей.

Весь технологический процесс определения показателей качества и управления разработанных машин осуществлён согласно требованиям ГОСТ 31345-2017 и ГОСТ 34631-2019 [6, 7].

Результаты и обсуждение

Проведённые исследования доказывают, что не все завозимые сельскохозяйственные машины соответствуют агротехническим требованиям и адаптированы к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана. По цене фермерам эти машины недоступны и в течение года мало загружены. В связи с чем, разработаны отечественные сельскохозяйственные технологические машины, обеспечивающие высокое качество обработки почвы и посева со сниженными эксплуатационными затратами по сравнению с зарубежными аналогами, в условиях высоких цен на сельскохозяйственную технику.

Индикатором экономического роста любой страны является прогрессивное сельскохозяйственное машиностроение. Если сегодня высокопроизводительная техника засеивает около 100 га за сутки, тогда как устаревшая в три раза меньше, что является одной из составляющей оценкой загрязнения окружающей среды.

Оснащение фермеров испытанной техникой, отвечающая агротехнологическим требованиям, позволило бы им применять новые технологии органического земледелия, с целью получения экологически чистого, стабильно высокого урожая.

При производстве конкурентоспособной, качественной и экологичной сельскохозяйственной продукцией необходимо учитывать продуктивность каждого участка обрабатываемой земли, с применением цифровых технологий.

В совокупности внедрение новых сортов с применением оригинальных высокоточных технологий и средствами механизации дают эффективные, но довольно дорогостоящие результаты [8, 9, 10].

По условиям ведения органического земледелия это сохранение полей без сорняков, без внесения ядохимикатов, а для продуктивности необходимо влага и соблюдение агротехнологических требований к норме высева, сроку посева, глубине заделки.

Безусловно сельскохозяйственная техника американских и европейских производителей фирмы CaseNew-Holland (Голландия), американской фирмы AGCO Corporation и JohnDeere, немецкая машиностроительная компания по производству сельскохозяйственной техники Claas являются ведущими производителями мирового рынка.

На сегодняшний день на полях Северного Казахстана около 70% сельхозтехники это старые сеялки культиваторы – СЗС-2,0; СЗТС-6; СЗТС-12, и ближнего зарубежья – СКП-2,1 и только 30-40% из дальнего зарубежья таких производителей, как Amazone, Flexi-Coil, Concord, JohnDeere, Horsch, Crucianelli Pionera [11, 12, 13].

Недостатком используемых сеялок-культиваторов является металлоёмкость и низкий коэффициент технической надёжности и составляет ниже 0,7, а износ машин составляет 70-80%. Производительность сеялок СЗС-2,0, СЗТС-6/12 составляет менее 0,5 га/час на один метр ширины захвата, что в 2,0–2,5 раза ниже, чем у зарубежных сеялок. Вместе с тем, зарубежные посевные комплексы не в полном объёме отвечают агротехническим условиям засушливых регионов. При этом они, как правило, металлоёмкие, энергоёмкие и дорогие, и не все фермерские хозяйства могут приобрести такую технику [14, 15].

Некоторые модели сеялок с ЦВС «Concord», С-45, М-620 фирмы «Morris», модели 1000 и 1600 фирмы «Flexi-Coil», так же Российские посевные комплексы «Уралец»–ППА-5,4; ППА-7,3; «Кузбасс»–ПК-4,2 «Ярославич»–ППА-7,2П не обеспечивают необходимую равномерность распределения семян между сошниками $\pm 3\%$ и туков $\pm 10\%$.

В силу особенностей конструкции почвообрабатывающей части данные комплексы агрегатируются только с определённым тяговым классом трактора, имеют высокую стоимость и низкую годовую загрузку – 15-20 дней в году.

Анализ показал, что индивидуальные предприниматели и средние фермерские крестьянские хозяйства, возделывают примерно 30% сельскохозяйственных угодий Республики Казахстан, которым как раз и не под силу приобретение дорогой техники. Если сравнивать с посевными комплексами с шириной захвата 6 м, поставляемые в Казахстан, например Espro 6000 RC фирмы Kuhn и Terrasem, С6 фирмы Pöttinger, которые реализуют по цене от 165 000 до 270 000 евро, то цена на разработанные отечественные машины при такой же ширине захвата будет стоить в пределах 35 000 000 тенге, это примерно 59 000 евро.

Сегодня механически переносить технологии других стран – это, конечно, не выход. Почвенно-климатические условия, как правило, совершенно разные. При всей схожести климата зерносеющих регионов РК, например, с канадской провинцией Саскачеван, у нас другие погодные условия. Как следствие, не всегда их подходы и техника приемлемы, и достигнутые ими результаты не всегда могут быть реализованы у нас [15, 16]. Условия выращивания в одном только Северном Казахстане различаются: от Акмолинской области до Северо-Казахстанской. Кроме того, есть различные агроландшафты, микрзоны и т.д. [16, 17].

В связи с чем нам необходимо техническое перевооружение и внедрение отечественной умной техники и технологий, обеспечивающих высокую точность высева и экономию затрат, разработанных с учетом несовершенств сегодняшних машин.

Ранее зарубежными учеными были проведены исследования, посвященные новым технологиям посева [17, 18, 19], глубине заделки семян, равномерности и точности высева [21, 22, 23], типам и конструкциям сошников [24, 25] и типам сеялок [26, 27, 28, 29].

В разные годы нашей исследовательской группой были разработаны почвообрабатывающе-посевные машины конкурентоспособные, как отечественным, так и ввозимым посевным комплексам, в том числе применимые и для органического сельского хозяйства.

Основной целью наших разработок является оснащение фермеров испытанной отечественной техникой, способствующая применению новых технологий, получению экологически чистого, стабильно высокого урожая со сниженными эксплуатационными затратами по сравнению с зарубежными аналогами, в условиях высоких цен на сельскохозяйственную технику.

Исходя из вышеизложенного, нами разработана сеялка для подпочвенно-разбросного посева семян, где заделывающая часть это - лаповый сошник с распределителем семян под сошником, форма которой представлена в виде параболы, обеспечивающая равномерное распределение высеваемого материала в подлаповом пространстве. Разработанная сеялка с сошником и распределителем семян применима на посевах, засоренных сорняками и имеет патентную новизну, рисунок 1 [30, 31, 32, 33].



Рисунок 1 – Сеялка для разбросного подпочвенного посева в лабораторно-полевых испытаниях



Рисунок 2 – Экспериментальная установка сеялки с дисковыми и культиваторными сошниками



Рисунок 3 – Экспериментальная установка сеялки с дисковыми, чизельными сошниками

Для почвенно-климатических условий Северного Казахстана, для технологии возделывания зерновых культур без обработки почвы прямым способом, разработана и апробирована сеялка с комбинированными сошниками, где впервые на практике применены комбинации дисковых и чизельных сошников, дисковых и культиваторных лап, новизна сеялки подтверждена патентом, рисунок 2, 3 [34, 35, 36].

Разработана универсальная сеялка для высева несыпучих семян трав с автоматической системой управления технологическим процессом, имеющая высокую эффективность, надежную конструкцию, умеренную цену, адаптированную в условиях Северного Казахстана, рисунок 4 [37, 38].



Рисунок 4 – Экспериментальный образец сеялки для посева несыпучих семян трав

Для возделывания сельскохозяйственных культур на эрозионных почвах, достаточно и слабо насыщенных влагой разработана широкозахватная сеялка для посева зерновых культур с интеллектуальным блоком управления, заимствованный у Австрийского производителя сельскохозяйственной техники компании Пёттингер, рисунок 5 [39, 40].



Рисунок 5 – Широкозахватная сеялка для посева зерновых культур с интеллектуальным блоком управления

Разработанные почвообрабатывающие посевные машины с электронным блоком управления технологическим процессом и сеялка для подпочвенно-разбросного посева семян адаптированы к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана и по итогам испытаний получены сравнительные результаты агротехнических и энергетических оценок экспериментальных образцов заделывающей части сеялок в сравнении с серийными сеялками.

В следствии проведенных хозяйственных испытаний в Карагандинской области, Нуринского района, на поле №7 ТОО «Шахтерское» сеялки для подпочвенно-разбросного посева семян зерновых культур в сравнении с серийной сеялкой «Омичка», получили следующие результаты, таблица1.

Таблица 1 – Количество всходов, полевая всхожесть и урожайность яровой пшеницы по повторностям разбросной сеялки в сравнении с серийной сеялкой

Варианты опытов	Количество растений		Полевая всхожесть		Урожайность, ц/га	Разница с контролем	
	шт/ м²	Разница с контролем	%	Разница с контролем		ц/га	%
Серийная сеялка «Омичка»	223	-	77,9	-	22	-	-
Сеялка для подпочвенно-разбросного посева	231	8	80,8	2,9	24,6	2,6	11,8

Анализ таблицы 1 показывает, что число взошедших растений на опытных участках посеянной сеялкой для подпочвенно-разбросного посева больше в сравнении с контрольным участком посеянной серийной сеялкой «Омичка» выше на 2,9%.

Урожайность на посевах, проведенной разработанной сеялкой составила 24,6 ц/га, на контрольном участке 22 ц/га и прирост урожая составил 2,6 ц/га или урожайность на опытном участке выше на 11,8%. Сравнительные результаты агротехнической оценки экспериментальных образцов сеялок в сравнении с серийными сеялками представлены в таблице 2.

Анализ таблицы 2 показывает, что по равномерности глубины заделки семян на участках, засеянных экспериментальными образцами сеялок превосходят серийные сеялки:

- сеялка с комбинированными сошниками чизель-диски-чизель в сравнении с серийной сеялкой СЗТС 2,0 превосходит на 2,15%, а сеялку с сошниками лапа-диски-лапа превосходит на 0,75%;

- сеялка для посева несypyчux семян трав в сравнении с серийной сеялкой СЗ-3,6 (Астра) при посеве костреца безостого «Акмолинский изумрудный» превосходит серийную на 4,89%, а на высеве житняка «Бурабай» превосходит на 4,95%;

- широкозахватная сеялка ПК КАТУ-8,2 в сравнении с серийной сеялкой JohnDeere 1840, в расчёте на 1 метр превосходит на 1,02%.

Распределение растений по площади питания на участках, засеянных экспериментальными образцами сеялок превосходят серийные сеялки:

- сеялка с сошниками чизель-диски-чизель превосходит опытный образец сеялки с сошниками лапа-диски-лапа на 0,8% (66,3% и 67,1%) и серийную сеялку на 3,5% (66,3% и 69,8%);

- сеялка с сошниками чизель-диски-чизель по сохранению стерни превосходит опытный образец сеялки с сошниками лапа-диски-лапа на 11,2% (79,1% и 67,9%) и серийную сеялку на 21% (79,1% и 58,1%);

- сеялка несypyчux семян трав превосходит серийную сеялку при посеве костреца безостого «Акмолинский изумрудный» на 5,2%, а житняка «Бурабай» на 6,6%;

- широкозахватная сеялка превосходит серийную сеялку на 1,1%.

Исходя из вышеизложенного, повышение урожайности объясняется тем, что разработанные экспериментальные образцы сеялок в сравнении с серийными сеялками более равномерно распределяют семена по глубине заделки и площади питания растений.

Таблица 2 – Сравнительные показатели качества работы экспериментальных образцов сеялок с серийными сеялками

№ п/п	Наименование показателей	Сеялка с чизельными и дисковыми сошниками	Сеялка с лаповыми и дисковыми сошниками	Серийная СЗТС 2,0 с лаповыми сошниками	Сеялка для несущих семян трав	СЗ-3,6 (Астра)	Сеялка для несущих семян трав	СЗ-3,6 (Астра)	Широкозахватная сеялка ПК КАТУ – 8,2	Серийная сеялка JohnDeere 1840
	Дата	26.05.2017	26.05.2017	26.05.2017	28.05.2019	28.05.2019	28.05.2019	28.05.2019	28.05.2020	28.05.2020
1	Культура	Пшеница сорт «Астана»	Пшеница сорт «Астана»	Пшеница сорт «Астана»	Кострец безостый «Акмолинский изумрудный»	Кострец безостый «Акмолинский изумрудный»	Житняк «Бурабай»	Житняк «Бурабай»	Сорт ячменя «Сабир»	Сорт ячменя «Сабир»
2	Скорость, км/час	9,0	9,0	9,0	7,0	7,0	7,0	7,0	8,0	8,0
3	Норма высева, кг/га: а) заданная б) фактическая	120 119,6	120 119,6	120 119,6	13,4 13,72	13,4 14	8,4 8,61	8,4 8,81	170 169,8	170 169,6
4	Установочная глубина заделки семян, см	5	5	5	4	4	4	4	7	7
5	Максимальная глубина заделки семян, см	5,4	5,3	5,4	4,4	4,6	4,36	4,64	7,1	7,2
6	Минимальная глубина заделки семян, см	3,7	3,6	3,5	3,7	3,3	3,56	3,34	5,9	5,8
7	Равномерность глубины заделки, общая: а) средняя, см б) среднеквадрат., ± см в) коэфф.варианц., % г) семян заделан.в слое средней фактич.глуб и в 2 соседних слоях, %	4,76 0,39 8,55 100	4,72 0,44 9,3 100	4,56 0,51 10,7 100	4,08 0,25 6,06 90	4,04 0,44 10,95 84,3	4,11 0,2 4,81 91	4,07 0,39 9,76 86	6,46 0,27 4,18 100	6,34 0,33 5,2 100
8	Кол-во семян, не задел. в почву, штук на м ²	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет	нет
9	Распред. растений по площади питания: а) среднее кол-во растений в пятисант. отрезке ряда, штук б) среднее квадратич-е отклонение, ± штук в) коэфф-т вариации, %	3,48 2,32 66,3	3,65 2,44 67,1	3,62 2,54 69,8	5,5 3,52 64	5,6 3,56 69,2	4,9 3,04 62,0	4,8 3,07 68,6	4,44 0,28 6,3	4,37 0,32 7,32

Таблица 3 – Результаты опытов по энергетической оценке экспериментальных образцов заделывающей части разработанных сеялок

№ опыта	Дата проведения опытов (число, месяц, год)	Состав агрегата	Глубина заделки, см	Средняя скорость агрегата, 6-10 км/ час	Тяговое сопротивление, кН	Средний расход топлива, кг/час	Средний коэффициент буксования, %
Экспериментальная сеялка с комбинированными сошниками дисковых и чизельных сошников, дисковых и культиваторных лап							
1-9	26.05. 2017	Трактор Беларус 952+СЗТС 2,0 с сошниками: стрельчатая лапа – двухдисковый сошник - стрельчатая лапа	4	8	5,030	17,99	27,03
			7	8	8,567	20,49	25,63
			10	8	13,910	21,58	31,7
1-9	26.05. 2017	Трактор Беларус 952+ СЗТС 2,1 с сошниками: чизель - двухдисковый сошник - чизель	4	8	3,460	17,12	27,5
			7	8	4,839	18,13	22,5
			10	8	5,578	19,08	32,2
10-18	26.05. 2017	Трактор Беларус 952+серийная сеялка	4	8	8,741	19,91	23,0
			7	8	10,059	21,27	24,26
			10	8	11,206	22,95	33,7
Экспериментальная сеялка для несыпучих семян трав							
1-12	04.06. 2020	Трактор HS1204 + э. у. сеялка	2	7	3,21	13,76	22,09
			3	7	3,8	13,86	22,65
			4	7	4,1	14,14	22,99
			5	7	5,08	14,36	23,43
13-24	04.06. 2020	Трактор HS1204+ серийная сеялка	2	7	3,81	15,38	24,04
			3	7	4,29	15,43	25,02
			4	7	4,67	15,81	25,30
			5	7	5,79	16,13	26,43
Экспериментальный образец широкозахватной, пневматической сеялки для посева зерновых культур с автоматизированным управлением технологического процесса							
1-4	28.05. 2020	Трактор JohnDeere 9430 + ПК КАТУ – 8,2	4	8	13,26	40,5	16,4
			6	8	13,622	41,2	16,84
			8	8	14,05	44	17,37
			10	8	14,88	46	18,4
	28.05. 2020	Серийной сеялкой JohnDeere 1840	4	8	17,93	61,6	16,55
			6	8	18,41	62,74	17,32
			8	8	18,98	65,8	18,08
			10	8	20,12	69,2	19,3

Исследования таблицы 3 показывают, что у всех экспериментальных сеялок тяговое сопротивление растёт с увеличением глубины заделки семян, от скорости перемещения агрегата, также прямая зависимость расхода топлива от глубины заделки семян и скорости перемещения агрегата.

Из таблицы видно, что при скорости 10 км/ч и глубине заделки семян 4 см у экспериментальной сеялки с сошниками чизель-диски-чизель тяговое сопротивление равно 3,83 кН, у экспериментальной сеялки с сошниками лапа-диски-лапа при той же глубине заделки и скорости перемещения составляет – 5,22 кН, тогда как у серийной сеялки – 9,55 кН. При глубине заделки до 7 см., но при той скорости получили те же показания тягового сопротивления экспериментальных и серийных сеялок.

У сеялки для посева несypучих семян трав и серийной сеялки тяговое сопротивление растёт с увеличением глубины заделки семян, так при глубине заделки 2 см тяговое сопротивление равно 3,4 кН, при глубине 3 см тяговое сопротивление равно 4,2 кН, при глубине – 4 см тяговое сопротивление равно 4,6 кН и при глубине – 6 см тяговое сопротивление равно – 5,89 кН.

У экспериментального образца заделывающей части широкозахватной сеялки ПК КАТУ – 8,2 и серийной сеялки JohnDeere 1840 при увеличении рабочей скорости на каждые 2 км/час тяговое сопротивление обеих сеялок возрастает от 1,63% до 2,31%. Однако, результаты тягового сопротивления сеялок по итогам лабораторно-полевых исследований показывают, что (удельное) тяговое сопротивление на 1 метр захвата экспериментального образца заделывающей части широкозахватной сеялки на 11,3% меньше, чем у серийной сеялки.

Повышение урожайности объясняется тем, что экспериментальные образцы разработанных сеялок более равномерно распределяют семена по глубине заделки и площади питания растений.

Остальные агротехнические показатели опытных образцов сеялок находятся на уровне показателей серийных сеялок. Разработанные машины по эксплуатации и надёжности не уступают зарубежным машинам, отличаются более простой конструкцией, менее энергоёмки и агрегатируются с тракторами различных тяговых усилий. Умеренная стоимость машин подъёмна для средних сельхозтоваропроизводителей. Доработка до опытных образцов таких машин и их реализация может обеспечить внедрение новых технологий, в том числе и для органического сельского хозяйства на больших площадях, заменив дорогостоящую ввозимую технику и решить много проблем в машиностроении Казахстана.

Заключение

На основании вышеизложенного необходимо отметить, что разработанные экспериментальные образцы посевных машин обеспечивают техническую, технологическую и экономическую конкурентоспособность отечественной техники зарубежным комплексам сельскохозяйственных машин.

Целью наших исследований, было оснащение средних сельскохозяйственных предприятий доступными машинами, направленными на высокую надёжность рабочих органов, точность высева, на равномерное распределение семян, при этом менее металлоёмки. В связи с чем, эксплуатационные затраты на горюче-смазочные материалы снижены на 15% и ожидается получение расчетного годового экономического эффекта свыше 4 000 000 тенге на одну машину.

Также в целях обеспечения развития отечественного сельскохозяйственного машиностроения, разработанные почвообрабатывающе-посевные машины своевременны. Содействие развитию своего производства позволит создать новые рабочие места, перенести инновационные технологии, поддержать как начинающих, так и действующих предпринимателей, конкурентоспособность производства аграрного сектора определяет экономику всей страны.

Вклад авторов

МА, СН: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ЕК, КВ, КИ: провели лабораторно-полевые испытания, занимались обработкой и анализом полученных данных, а также провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Полученные результаты применены в ходе реализации проекта AP19676894 «Разработка почвообрабатывающей-посевной машины для зерновых культур в системе точного земледелия», финансируемого в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в 2023-2025 гг.

Список литературы

- 1 *United Nations Development Programme*. (2023). <https://www.undp.org/ru/kazakhstan/stories/organicheskoe-zemledelie-ne-prosto-modnyy-trend-budushee-selskogo-khozyaystva/>
- 2 *Союз органического земледелия*. (2022). <https://soz.bio/v-kazakhstane-rabotayut-nad-razvitiem-o/>
- 3 *В тренде – органическое земледелие*. (2023). <https://kazpravda.kz/n/v-trende-organicheskoe-zemledelie/>
- 4 Morgounov, A., Savin, T., Flis, P., Babkenov, A., Shelaeva, T., et al. (2022). Effects of environments and cultivars on grain ionome of spring wheat grown in Kazakhstan and Russia. *Crop and Pasture Science*, 73: 5, 515-527. DOI:10.1071/CP 21493.
- 5 *Валовый выпуск продукции (услуг) сельского, лесного и рыбного хозяйства за 2018-2019 г.г.* (2019). <http://stat.gov.kz/getImage?id=ESTAT225486>
- 6 Межгосударственный стандарт ГОСТ 31345-2017 - Сеялки тракторные. Методы испытаний. (2017).
- 7 Межгосударственный стандарт ГОСТ 34631-2019 - Техника сельскохозяйственная. Методы энергетической оценки. (2019).
- 8 *Казахстану предрекают экологическую катастрофу*. (2025). <https://inbusiness.kz/ru/last/kazakhstanu-predrekayut-ekologicheskuyu-katastrofu>
- 9 *О результатах анализа развития производства машин и оборудования для сельского хозяйства государств-членов таможенного союза и Единого экономического пространства*. https://eec.eaeunion.org/upload/iblock/958/O-rezultatakh-analiza-razvitiya-proizvodstva-mashin-i-oborudovaniya-dlya-selskogo-khozyaystva-gosudarstv-_chlenov-TS-i-EEP.pdf
- 10 *Потребность в технике: лизинг как способ решения проблемы*. (2019). <https://kz.kursiv.media/2019-08-10/potrebnost-v-tekhnikе-lizing-kak-sposob-resheniya-problemy/>
- 11 *Пневматические сеялки – AMAZONE*. URL: <https://amazone.ru › ru>
- 12 *Машины для посева – HORSCH*. URL: <https://www.horsch.com › mashiny-dlja-poseva>.
- 13 *Crucianelli Кручанелли запасные части сельхозтехника, сеялки*. https://www.newtechagro.ru/catalog_bottom/new_holland_nyu_holland_zapchasti_zapasnye_chasti/crucianelli_kruchanelli_zapasnye_chasti_selhoztehnika.html
- 14 *Сельское хозяйство в Казахстане*. (2015). <https://www.kazportal.kz/selskoe-hozyaystvo-v-kazakhstane/>
- 15 Капов, СН, Адуов, МА, Нукушева, СА. (2012). Определение тягового сопротивления сошника для подпочвенно-разбросного посева семян. *Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина*, 1(72), 77-88.
- 16 Акшалов, К. (2020). *Наши исследования в Шортанды не уступают уровню Канады*. <https://agbz.kz/kanat-akshalov-nashi-issledovaniya-v-shortandy-ne-ustupajut-urovnju-kanady/>
- 17 Yan, H., Lai, C., Akshalov, K., Qin, Y., Hu, Y., Zhen, L. (2020). Social institution changes and their ecological impacts in Kazakhstan over the past hundred years. *Environmental Development*, 34, 100531. DOI: 10.1016/j.envdev.2020.100531.
- 18 Haselow, L., Rupp, H., Meißner, R., Akshalov, K. (2020). Research study on the soil water balance in the steppe of Kazakhstan | Forschungsarbeiten zum Bodenwasserhaushalt in der kasachischen Steppe. *WasserWirtschaft*, 110(4), 34-40. DOI: 10.1007/s35147-020-0366-2.
- 19 Chernenok, V., Persikova, T., Kaliaskar, D., Zhanzakov, B. (2023). Assessment of structural components in the formation of productivity of different *Lens culinaris* varieties against the background of the use of mineral fertilizers. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 45(3), 499-512. DOI:10.17503/agrivita.v45i3.4106.

20 Kuzbakova, M., Khassanova, G., Oshergina I., Ten, E., Jatayev, S., Yerzhebayeva, R., Bulatova, K., Khalbayeva, S., Schramm, C., Anderson, P., Sweetman, C., Jenkins, CLD, Soole, KL and Shavrukov, Y. (2022). Height to first pod: A review of genetic and breeding approaches to improve combine harvesting in legume crops. *Front. Plant Sci*, 13, 948099. DOI: 10.3389/fpls.2022.948099.

21 Ozmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M. (2002). Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosyst. Eng*, 82, 227-230. DOI:10.1006/bioe.2002.0057.

22 Ozmerzi, A., Karayel, D. (2006). Effect of seeder furrow openers on seedling emergence for precision seeding. Proceedings of the EE&AE'2006, *International Scientific Conference, Rousse, Bulgaria*, 412-418.

23 Karayel, D., Özmerzi, A. (2005). Effect of coulters on seed distribution pattern for precision sowing. *J. Fac. Agric. Akdeniz Univ*, 18, 139-150.

24 Zonglu, Y., Huanwen, G., Xiaoyan, W., Hongwen, L. (2007). Effect of three furrow openers for no-till wheat seeder on crop growth performance. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 23:7, 117-121. DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2007.7.023

25 Morrison, JE, Gerik, TJ. (1985). Planter depth control: II. Empirical testing and plant responses. *Trans. ASAE*, 28, 1744-1748.

26 Payton, DM, Hyde, GM, Simpson, JB. (1985). Equipment and methods for no-tillage wheat planting. *Transactions of the ASAE*, 28(5), 1419-1424. DOI: 10.13031/2013.32453.

27 Baker, CJ, Saxton KE, Ritchie, WR, Chamen, WCT, Reicosky, DC, Ribeiro, F, Justice, SE, Hobbs, PR. (2006). No-Tillage Seeding in Conservation Agriculture: Second Edition. *CAB International*, 1-326.

28 Choudhary, MA, Yu, GP, Baker, CJ. (1985). Seed placement effect on seedling establishment in direct-drilled fields. *Soil Tillage Res*, 6(1), 79-93. DOI: 10.1016/0167-1987(85)90008-X.

29 Chen, Y., Tessier, S., Irvine, B. (2004). Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seeding. *Soil & Tillage Research*, 77(2), 147-155. DOI: 10.1016/j.still.2003.12.001.

30 Ospanova, Sh., Aduov, M., Kapov, S., Orlyansky, A., Volodya K. (2024). The result of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-freeflowing seeds. *Journal of Agricultural engineering*, 55(1), 1556. DOI: 10.4081/JAE.2024.1556.

31 Сеялка. Инновационный патент РК №20918 Адуов М.А.; Каспаков Е.Ж.; Нукушева С.А. и др., заявитель и патентообладатель Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, заяв. 11.02.2008, опуб. 16.03.2009. Бюл. №3.

32 Пневматическая сеялка. Инновационный патент РК №26826 Адуов М.А.; Каспаков Е.Ж.; Нукушева С.А., заявитель и патентообладатель Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, заяв. 09.10.2012, опуб. 15.05.2013. Бюл. №5.

33 Сеялка прямого посева скомбинированными сошниками. Инновационный патент РК №27235 Адуов М.А.; Матюшков М.И.; Каспаков Е.Ж.; Нукушева С.А. заявитель и патентообладатель Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, заяв. 15.11.2012, опуб. 15.08.2013. Бюл. №8.

34 Сеялка стерневая прямого посева. Инновационный патент РК №27401: Адуов М.А.; Матюшков М.И.; Каспаков Е.Ж.; Нукушева С.А.; заявитель и патентообладатель Казахский агротехнический исследовательский университет имени Сакена Сейфуллина, заяв. 14.12.2012, опуб. 15.10.2013. Бюл. №10.

35 Aduov, M., Nukusheva, S., Kaspakov, E., Isenov, K., Volodya, K., Tulegenov, T. (2020). Seed drills with combined coulters in No-till technology in soil and climate zone conditions of Kazakhstan. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 70(6), 525-531. DOI: 10.1080/09064710.2020.1784994.

36 Aduov, M., Nukusheva, S., Tulegenov, T., Volodya, K., Uteulov, K., Karwat, B., Bembenek, M. (2023). Experimental Field Tests of the Suitability of a New Seeder for the Soils of Northern Kazakhstan. *Agriculture (Switzerland)*, 13(9), 1687. DOI: 10.3390/agriculture13091687.

37 Filippova, NI, Rukavitsina, IV, Parsayev, EI, Churkina, GN, Kobernitskaia, TM, Tkachenko, OV, Kunanbayev, KK, Ostrovski VA, Mustafina, NM. (2022). Creation of a new highly productive parent material of sweet clover (*Melilotus Adans.*) based on varietal and microbial systems. *Journal of Biological Sciences*, 22(2), 165-176. DOI:10.3844/ojbsci.2022.165.176

38 Адуов, МА, Нукушева, СА, Володя, К., Исенов, КГ, Каспаков, ЕЖ. (2023). Агротехническая и энергетическая оценка экспериментальной широкозахватной сеялки с электронным блоком управления процессом высева зерновых культур. *Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина*, 4(004), 87-99.

39 Mauina, GM, Chertkova, EA, Nukusheva, SA, Aitimova, UZh, Ismailova, AA. (2021). Expert-statistical method of management decision support for agricultural enterprises of northern Kazakhstan. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99:12, 3071-3083.

40 Адуов, МА, Нукушева, СА, Володя, К., Исенов, КГ, Каспаков, ЕЖ, Мустафин ЖЖ. (2024). Теоретические и лабораторные исследования центральной пневматической высевающей системы для широкозахватной сеялки. *Вестник науки КАТУ им. С.Сейфуллина*, 3(122), 4-22.

References

- 1 *United Nations Development Programme*. (2023). <https://www.undp.org/ru/kazakhstan/stories/organicheskoe-zemledelie-ne-prosto-modnyy-trend-budushee-selskogo-khozyaystva/>
- 2 *Soyuz organicheskogo zemledeliya*. (2022). <https://soz.bio/v-kazakhstan-rabotayut-nad-razvitiem-o/>
- 3 *V trende – organicheskoe zemledelie*. (2023). <https://kazpravda.kz/n/v-trende-organicheskoe-zemledelie/>
- 4 Morgounov, A., Savin, T., Flis, P., Babkenov, A., Shelaeva, T., et al. (2022). Effects of environments and cultivars on grain ionome of spring wheat grown in Kazakhstan and Russia. *Crop and Pasture Science*, 73(5), 515-527. DOI:10.1071/CP 21493.
- 5 *Valovyy vypusk produktsii (uslug) sel'skogo, lesnogo i rybnogo khozyaystva za 2018-2019 g.g.* (2019). <http://stat.gov.kz/getImg?id=ESTAT225486>
- 6 *Mezhgosudarstvennyi standart GOST 31345-2017 - Seyalki traktornye. Metody ispytaniy*. (2017).
- 7 *Mezhgosudarstvennyi standart GOST 34631-2019 - Tekhnika sel'skookhozyaystvennaya. Metody energeticheskoy ochenki*. (2019).
- 8 *Kazakhstanu predrekayut ekologicheskuyu katastrofu*. (2025). <https://inbusiness.kz/ru/last/kazakhstanu-predrekayut-ekologicheskuyu-katastrofu>
- 9 *O rezul'tatakh analiza razvitiya proizvodstva mashin i oborudovaniya dlya sel'skogo khozyaystva gosudarstv-chlenov tamozhennogo soyuza i Edinogo ekonomicheskogo prostranstva*. https://eec.eaunion.org/upload/iblock/958/O-rezultatakh-analiza-razvitiya-proizvodstva-mashin-i-oborudovaniya-dlya-selskogo-khozyaystva-gosudarstv-_chlenov-TS-i-EEP.pdf
- 10 *Potrebnost' v tekhnike: lizing kak sposob resheniya problemy*. (2019). <https://kz.kursiv.media/2019-08-10/potrebnost-v-tekhnike-lizing-kak-sposob-resheniya-problemy/>
- 11 *Pnevmaticheskie seyalki – AMAZONE*. <https://amazone.ru › ru>
- 12 *Mashiny dlya poseva – HORSCH*. <https://www.horsch.com › mashiny-dlya-poseva>.
- 13 *Crucianelli Kruchanelli zapasnye chasti sel'hoztehnika, seyalki*. https://www.newtechagro.ru/catalog_bottom/new_holland_nyu_holland_zapchasti_zapasnye_chasti/crucianelli_kruchanelli_zapasnye_chasti_selhoztehnika.html
- 14 *Sel'skoe khozyaystvo v Kazakhstane*. (2015). <https://www.kazportal.kz/selskoe-hozyaystvo-v-kazakhstane/>
- 15 Kapov, SN, Aduov, MA, Nukusheva, SA. (2012). Opreделение tyagovogo soprotivleniya soshnika dlya podpochvenno-razbrosnogo poseva semyan. *Vestnik nauki KATU im. S.Seyfullina*, 1(72), 77-88.
- 16 Akshalov K. (2020). *Nashi issledovaniya v SHortandy ne ustupayut urovnyu Kanady*. <https://agbz.kz/kanat-akshalov-nashi-issledovaniya-v-shortandy-ne-ustupayut-urovnju-kanady/>
- 17 Yan, H., Lai, C., Akshalov, K., Qin, Y., Hu, Y., Zhen, L. (2020). Social institution changes and their ecological impacts in Kazakhstan over the past hundred years. *Environmental Development*, 34, 100531. DOI: 10.1016/j.envdev.2020.100531.
- 18 Haselow, L., Rupp, H., Meißner, R., Akshalov, K. (2020). Research study on the soil water balance in the steppe of Kazakhstan Forschungsarbeiten zum Bodenwasserhaushalt in der kasachischen Steppe. *Wasser Wirtschaft*, 110(4), 34-40. DOI: 10.1007/s35147-020-0366-2.

- 19 Chernenok, V., Persikova, T., Kaliaskar, D., Zhanzakov, B. (2023). Assessment of structural components in the formation of productivity of different *Lens culinaris* varieties against the background of the use of mineral fertilizers. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 45(3), 499–512. DOI:10.17503/agrivita.v45i3.4106.
- 20 Kuzbakova, M., Khassanova, G., Oshergina I., Ten, E., Jatayev, S., Yerzhebayeva, R., Bulatova, K., Khalbayeva, S., Schramm, C., Anderson, P., Sweetman, C., Jenkins, CLD, Soole, KL and Shavruk, Y. (2022). Height to first pod: A review of genetic and breeding approaches to improve combine harvesting in legume crops. *Front. Plant Sci*, 13, 948099. DOI: 10.3389/fpls.2022.948099.
- 21 Ozmerzi, A., Karayel, D., Topakci, M. (2002). Effect of sowing depth on precision seeder uniformity. *Biosyst. Eng*, 82, 227-230. DOI:10.1006/bioe.2002.0057.
- 22 Ozmerzi, A., Karayel, D. (2006). Effect of seeder furrow openers on seedling emergence for precision seeding. Proceedings of the EE&AE'2006, *International Scientific Conference, Rousse, Bulgaria*, 412-418.
- 23 Karayel, D., Özmerzi, A. (2005). Effect of coulters on seed distribution pattern for precision sowing. *J. Fac. Agric. Akdeniz Univ*, 18, 139-150.
- 24 Zonglu, Y., Huanwen, G., Xiaoyan, W., Hongwen, L. (2007). Effect of three furrow openers for no-till wheat seeder on crop growth performance. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 23:7, 117-121. DOI: 10.3969/j.issn.1002-6819.2007.7.023.
- 25 Morrison, JE, a Gerik, TJ. (1985). Planter depth control: II. Empirical testing and plant responses. *Trans. ASAE*, 28, 1744-1748.
- 26 Payton, DM, Hyde, GM, Simpson, JB. (1985). Equipment and methods for no-tillage wheat planting. *Transactions of the ASAE*, 28(5), 1419-1424. DOI: 10.13031/2013.32453.
- 27 Baker, CJ, Saxton, KE, Ritchie, WR, Chamen, WCT, Reicosky, DC, Ribeiro, F, Justice, SE, Hobbs, PR. (2006). No-Tillage Seeding in Conservation Agriculture: Second Edition. *CAB International*, 1-326.
- 28 Choudhary, MA, Yu, GP, Baker, CJ. (1985). Seed placement effects on seedling establishment in direct-drilled fields. *Soil Tillage Res*, 6(1), 79-93. DOI: 10.1016/0167-1987(85)90008-X.
- 29 Chen, Y., Tessier, S., Irvine, B. (2004). Drill and crop performances as affected by different drill configurations for no-till seeding. *Soil & Tillage Research*, 77(2), 147-155. DOI: 10.1016/j.still.2003.12.001.
- 30 Ospanova, Sh., Aduov, M., Kapov, S., Orlyansky, A., Volodya, K. (2024). The result of experimental research of a rotor seed-metering unit for sowing non-freeflowing seeds. *Jornal of Agricultural engineering*, 55(1), 1556. DOI: 10.4081/JAE.2024.1556.
- 31 Seyalka. Innovacionnyj patent RK №20918 Aduov M.A.; Kaspakov E.ZH.; Nukusheva S.A. i dr., zayavitel' i patentoobladatel' Kazakhskii agrotekhnicheskii issledovatel'skii universitet imeni Sakena Seifullina, zayav. 11.02.2008, opub. 16.03.2009. Byul. №3.
- 32 Pnevmaticheskaya seyalka. Innovacionnyi patent RK №26826: Aduov M.A.; Kaspakov E.ZH.; Nukusheva S.A. zayavitel' i patentoobladatel' Kazakhskii agrotekhnicheskii issledovatel'skii universitet imeni Sakena Seifullina, zayav. 09.10.2012, opub. 15.05.2013. Byul. №5.
- 33 Seyalka pryamogo poseva skombinirovannymi soshnikami. Innovacionnyj patent RK №27235: Aduov M.A.; Matyushkov M.I.; Kaspakov E.ZH.; Nukusheva S.A. zayavitel' i patentoobladatel' Kazakhskii agrotekhnicheskii issledovatel'skii universitet imeni Sakena Seifullina, zayav. 15.11.2012, opub. 15.08.2013. Byul. №8.
- 34 Seyalka sternevaya pryamogo poseva. Innovacionnyi patent RK №27401: Aduov M.A.; Matyushkov M.I.; Kaspakov E.ZH.; Nukusheva S.A. zayavitel' i patentoobladatel' Kazakhskii agrotekhnicheskii issledovatel'skii universitet imeni Sakena Seifullina, zayav. 14.12.2012, opub. 15.10.2013. Byul. №10.
- 35 Aduov, M., Nukusheva, S., Kaspakov, E., Isenov, K., Volodya, K., Tulegenov, T. (2020). Seed drills with combined coulters in No-till technology in soil and climate zone conditions of Kazakhstan. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 70(6), 525-531. DOI: 10.1080/09064710.2020.1784994.
- 36 Aduov, M., Nukusheva, S., Tulegenov, T., Volodya, K., Uteulov, K., Karwat, B., Bembenek M. (2023). Experimental Field Tests of the Suitability of a New Seeder for the Soils of Northern Kazakhstan. *Agriculture (Switzerland)*, 13(9), 1687. DOI:10.3390/agriculture13091687.

37 Filippova, NI, Rukavitsina, IV, Parsayev, EI, Churkina, GN, Kobernitskaia, TM, Tkachenko, OV, Kunanbayev, KK, Ostrovski VA, Mustafina, NM. (2022). Creation of a new highly roductive parent material of sweet clover (*Melilotus Adans.*) based on varietal and microbial systems. *Journal of Biological Sciences*, 22(2), 165-176. DOI: 10.3844/ojbsci.2022.165.176.

38 Aduov, MA, Nukusheva, SA, Volodya, K, Isenov, KG, Kaspakov EZH. (2023). Agrotekhnicheskaya i energeticheskaya ocenka eksperimental'noj shirokozahvatnoj seyalki s elektronnym blokom upravleniya processom vyseva zernovyh kul'tur. *Vestnik nauki KATU im. S.Sejfullina*, 4(004), 87-99.

39 Mauina, GM, Chertkova, EA, Nukusheva, SA, Aitimova, UZh, Ismailova, AA. (2021). Expert-statistical method of management decision support for agricultural enterprises of northern Kazakhstan. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 99:12, 3071-3083.

40 Aduov, MA, Nukusheva, SA, Volodya, K, Isenov, KG, Kaspakov, EZH, Mustafin ZHZN. (2024). Teoreticheskie i laboratornye issledovaniya central'noi pnevmaticheskoi vysevayushchei sistemy dlya shirokozahvatnoj seyalki. *Vestnik nauki KATU im. S.Sejfullina*, 3(122), 4-22.

Солтүстік Қазақстанның топырақ-климаттық жағдайларына бейімделген органикалық ауыл шаруашылығына арналған топырақ өңдегіш-сепкіш машинаны жасау

Адуов М.А., Нукушева С.А., Каспаков Е.Ж., Володя К., Исенов К.Г.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Дәнді дақылдарды өсірудің заманауи технологияларын дамыту үшін ауыл шаруашылық машиналарының паркінің жағдайы бірқатар кедергілер туғызады және алқаптық жұмыстардың мерзімінің бұзылуына, егін түсімінің төмендеуіне және егін алқаптарының қысқаруына әкеледі. Сонымен қатар жыл сайынғы ауыл шаруашылық техникасын әкелу қамтамасыз ету мәселесін шешпейді, себебі әкелінген техниканың көбісі агротехникалық талаптарға сай келмейді және Солтүстік Қазақстанның топырақ-климаттық жағдайларына бейімделмеген, бұл машиналар бағасы бойынша шаруаларға қол жетімсіз және жыл бойында аз жүктелген. Осыған орай, біздің жасақтамаларымыздың негізгі мақсаты шаруаларды сыналған отандық техникамен жасақтау болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Сынақтар «Карабалыкская 90» және «Астана» сортты жаздық бидайды, құрамдастырылған сіңіргіштері бар сепкіш үшін «Шортандинская 95 улучшенная» сортты бидайды, «Бурабай» сортты еркекшөп және «Акмолинский изумрудный» қылтықсыз арпабас шөптерінің тұқымдарын себу арқылы жүргізілді.

Машиналарды жасау кезінде машина жасаудың жаңа технологиялары, зерттеудің статистикалық әдістері, бақылау және басқару жүйелері қолданылды, автоматтандырылған жобалау (АЖЖ) және жұмыс бөлшектерін 3D модельдеу, SolidWorks сызбаларды құрастыру бағдарламасында жасалды.

Нәтижелер. Агротехникалық бағалау нәтижелері бойынша тұқымдарды себу тереңдігінің біркелкілігі және өсімдіктердің қоректену аймағына таралуы бойынша сепкіштердің эксперименттік үлгілері сериялық сепкіштерден асып түсетінін көруге болады.

Жасалған сепкіштерді энергетикалық бағалау 10 км/сағ жылдамдық және 4 см енгізу тереңдігі кезінде чизель-дисктер-чизель сіңіргіштері бар эксперименталды сепкіштің тарту кедергісі 3,83 кН, табан-дисктер-табан сіңіргіштері бар эксперименталды сепкіштікі - 5,22 кН, ал сериялы сепкіштікі -9,55 кН құрағанын көруге болады. Ал сусымалы емес шөп тұқымдарын себуге арналған сепкіштің тарту кедергісі 4 см тереңдік кезінде 4,6 кН тең. ПК КАТУ – 8,2 кең алымды сепкішінің тарту кедергісінің нәтижелері зертханалық-алқаптық зерттеулердің қорытындылары бойынша 1 метр алым енінің тарту кедергісі сериялық сепкіштен 11,3% - ға аз екенін көрсетті.

Қорытынды. Сепкіш машиналардың жасалған эксперименталдық үлгілері пайдалану шығындары 15% - ға төмендетілген ауыл шаруашылығы машиналарының шетелдік кешендеріне отандық техниканың техникалық, технологиялық және экономикалық бәсекеге қабілеттілігін қамтамасыз етеді және бір машинаға 4 000 000 теңгеден астам есептік жылдық экономикалық тиімділік алынады деп күтілуде.

Кілт сөздер: топырақ өңдегіш-сепкіш машиналар; тұқымдарды себу; енгізу тереңдігі; себудің дәлдігі; тарту кедергісі; құрамдастырылған сіңіргіштер.

Development of tillage and seeding machines for organic agriculture adapted to the soil and climatic conditions of Northern Kazakhstan

Mubarak A. Aduov, Saule S. Nukusheva, Ysenali Zh. Kaspakov, Kadirbek Volodya,
Kazbek G. Isenov

Abstract

Background and Aim. The current condition of the agricultural machinery fleet presents challenges to the development of modern grain crop cultivation technologies, leading to disrupted fieldwork schedules, crop losses and reduced sown areas. Although the import of agricultural machinery has not fully resolved the supply issue- since much of the imported equipment either does not meet agrotechnical requirements or is not adapted to the soil and climatic conditions of Northern Kazakhstan such machinery is often unaffordable for farmers and remains underutilized throughout the year. In this context, the primary objective of our development efforts is to provide farmers with reliable, domestically produced equipment.

Materials and Methods. For the trials, sowing was carried out with spring wheat varieties "Karabalyk 90" and "Astana." For seeders with combined openers, sowing was conducted using the wheat variety "Shortandinskaya 95 Improved", the barley variety "Sabir," wheatgrass seed "Burabay," and awnless brome grass "Akmolinsky Emerald."

In the development of the machines, modern mechanical engineering technologies were used, including statistical research methods, control and management systems, computer-aided design (CAD), and 3D modeling of working components. Assembly drawings were created using SolidWorks software.

Results. According to agrotechnical evaluations, the experimental seeders outperformed serial production seeders in terms of uniform seeding depth and plant distribution across the feeding area.

The energy evaluation showed that at a speed of 10 km/h and a seeding depth of 4 cm, the experimental seeder with chisel-disc-chisel openers had a draft resistance of 3.83 kN, while the seeder with shovel-disc-shovel openers exhibited 5.22 kN. In contrast, the serial seeder exhibited a resistance of 9.55 kN. The seeder designed for sowing non-free-flowing grass seeds demonstrated a draft resistance of 4.6 kN at the same seeding depth. The draft resistance of the wide-cut seeder PK KATU was 8.2 kN. Laboratory and field tests indicated that its draft resistance per meter of coverage was 11.3% lower than that of the serial seeder.

Conclusion. The developed experimental models of seeding machines ensure the technical, technological, and economic competitiveness of domestically produced equipment compared to foreign agricultural machinery complexes. They reduce operational costs by 15% and are projected to yield an estimated annual economic benefit of over 4,000,000 tenge per machine.

Keywords: tillage and seeding machines; seed sowing; seeding depth; seeding accuracy; draft resistance; combined coulters.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 160-171. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1905

УДК 633.11:631.527

Обзорная статья

Обзор результатов селекции факультативной мягкой пшеницы в Республике Казахстан

Нурпеисов И.А.¹ , Кадырбекова Ж.Д.² 

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
Алматы, Казахстан,

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства»,
Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Нурпеисов И.А.: nisatay@mail.ru

Соавтор: (1: ЖК) jumbakkyz@mail.ru

Получено: 08-04-2025 Принято: 26-06-2025 Опубликовано: 30-06-2025

Аннотация

В обзоре представлены основные результаты селекции сортов факультативной мягкой пшеницы в ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства» (далее КазНИИЗиР) за 2013- 2024 годы.

Объектом исследования служили сортообразцы, гибриды и линий факультативной пшеницы питомника конкурсного сортоиспытания (КСИ). Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на светло каштановых почвах. Посев производился осенью и весной. Закладка питомников, учеты, гибридизация, структурный анализ, оценка, анализ VRN генов материалов, статистическая обработка результатов проводились с использованием методик отечественных и зарубежных источников.

Выявлены методические аспекты селекции факультативной пшеницы, выделены новые источники гермоплазмы в виде исходных родительских форм, а также выведены перспективные линии в качестве новых сортов этой культуры.

Ключевые слова: пшеница; исходный материал; гибрид; отбор; линия.

Введение

В повышении эффективности аграрного сектора Казахстана большое значение имеет использование новых, адаптированных к конкретным условиям окружающей среды сортов.

Отмечено, что сорта зерновых культур, возделываемых в производстве, должны характеризоваться пластичностью, устойчивостью к отрицательным температурам, засухе и к болезням и вредителям [1].

Среди зерновых культур различают группы с различным развитием: озимую, яровую и двуручку (факультативную). Отличительной особенностью факультативной пшеницы по сравнению с озимой и яровой пшеницей является ее высокая пластичность и адаптивность к стрессовым факторам. Благодаря этому данные сорта пользуются спросом и возделываются в производстве, как в качестве озимой, так и яровой пшеницы [2, 3, 4]. Так, многие сорта озимой пшеницы в неблагоприятные годы перезимовки гибнут, что наносят ощутимый вред зерновому хозяйству. А у факультативных сортов пшеницы при повреждении осенних посевов от зимних неблагоприятных условий можно провести подсев ранней весной, что позволит получить хороший и чистосортный урожай. Факультативные сорта пшеницы в особенности незаменимы в регионах с мягким климатом и где приходится маневрировать со сроками посева пшеницы из-за организационно-производственных причин или из-за засушливых почвенно-климатических условий в осенний период, которые на юге и юго-востоке РК повторяются довольно часто.

Так, продолжительная сухая осень приводит к проведению поздних посевов озимой пшеницы и соответственно снижению ее урожайности. В таких ситуациях осенне-весенний посев сортов факультативной пшеницы также обеспечить хозяйству, получить гарантированный урожай зерна.

Селекционная работа по двуручке в бывшем СССР впервые начата в 1993 году в Российской Федерации (РФ) – Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко и продолжается по сей день [2]. В результате ими были созданы и допущены к использованию в условиях Краснодарского края более 20 сортов этой культуры с урожайностью более 75 ц/га в осеннем и более 60 ц/га в весенних посевах. Ими первый сорт – двуручка мягкой пшеницы передан в Государственное сортоиспытание в 2001 г. под названием Ласточка. Урожайность этого сорта в осеннем посеве составила в зависимости от условий года порядка 75-80 ц/га, а в весеннем посеве – 60-65 ц/га, превышая урожайность районированных яровых сортов пшеницы на 15-20 ц/га.

В СССР отдельные исследования по селекции факультативной пшеницы проводились также в Кыргызстане и Армении. Так, в Кыргызской Республике созданы такие сорта факультативной пшеницы, как Интенсивная, Жамин, Аракет, Касиет, Данк, Вассан, Наздан [5]. В Армении в результате экологических испытаний выделены ряд сортообразцов пшеницы, которые дали хорошие показатели урожайности как на озимых, так и на яровых посевах [6, 7].

В странах дальнего зарубежья факультативную пшеницу практически нигде не выращивают, за исключением Мексики, Турции и Ирака, где яровая пшеница является культурой для осенних посевов [8]. Известны только единичные результаты по выбору факультативных сортов пшеницы в Турции и Новой Зеландии. Так, в Турции новый факультативный генотип пшеницы Таиса, посеянный 15 марта превысил по урожаю типичный яровой сорт Пэдурени на 419 кг/га, что означает важный прогресс в селекции пшеницы [3]. В условиях Эрзурума (Турция) выделен факультативный сорт Туркмен с высокой продуктивностью, белым зерном, и рекомендован для этого региона [9]. Aquilla – сорт факультативной мягкой пшеницы, выведен Новозеландским институтом исследований сельскохозяйственных культур и пищевых продуктов. Она пригодна для посева в Новой Зеландии в Кентерберри с мая по октябрь и на юге Северного острова весной, где дает хорошую урожайность [10].

В настоящее время в Казахстане в производстве успешно возделываются всего четыре сорта факультативной пшеницы отечественной (Казахстанская 10, Память 47, Егемен) и Кыргызской (Интенсивная) селекции, что является недостаточным. Причиной этому является то, что в Казахстане до последнего времени селекция факультативной пшеницы не была выделена в качестве отдельного направления исследований. Целенаправленная селекционная работа сортов факультативной мягкой пшеницы в РК впервые начата с 2013 года в ТОО КазНИИЗиР, основные результаты которых представлены в данной работе.

На основании вышеизложенного, вытекает актуальность проведения исследований по селекции факультативных сортов пшеницы в Республике Казахстан с комплексом ценных признаков и свойств.

Материалы и методы

Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на полевом стационаре КазНИИЗиР на светло каштановых почвах. Исходным материалом для эксперимента с лужили 50 сортообразцов пшеницы из международных питомников (FAWWON, FAWWON-SA, STEMRRSN, WVEERYT, RWKLDN, HLWSN, TCI, ПМП И ПОП – ЦА3); 10 сортов Республики Казахстан и 1 сорт из Киргизии. Они отличались по происхождению (США, Канада, Мексика, Турция, Кения, Россия, Туркмения, Кыргызская Республика, Республика Казахстан), хозяйственно-ценным признаком и биологическим свойством. Далее в качестве объектов использовали 54 гибридных популяции F2-F4, полученных от различных типов скрещивания (факультативные сорта × факультативные сорта; факультативные сорта × озимые сорта; факультативные сорта × яровые сорта; яровые сорта × озимые сорта) и 22 перспективных линии факультативной пшеницы из конкурсного сортоиспытания (КСИ). Опыты заложены в предгорной зоне Заилийского Алатау на светло каштановых почвах. Посев производился осенью и весной. Закладка питомников, учеты, гибридизация, структурный анализ, оценка, анализ VRN генов материалов, статистическая

обработка результатов проводилась с использованием методик отечественных и зарубежных источников.

Результаты исследований

Методические аспекты селекции факультативной пшеницы

Известно, что селекционная работа начинается с выбора исходного материала в качестве родительских форм. Отсюда вытекает необходимость изучения исходного материала и выделения среди них источников признаков и свойств, которые являются основным критерием их ценности для использования [11-15]. Это такие показатели как элементы продуктивности, продолжительность вегетационного периода, холодостойкость, морозо- и зимостойкость, жаро- и засухостойчивость, устойчивость к болезням, вредителям и полеганию, солеустойчивость, а также качество зерна и муки. Ряд таких сортообразцов факультативной мягкой пшеницы, выделившихся в качестве источников хозяйственно-ценных признаков приведены в таблице 1. Степень проявления лучших из них, в основном, были на уровне и выше уровня стандартных сортов Казахстанская 10, Интенсивная, Память 47 и озимого сорта Алмалы. Исходя из этого, их можно использовать как хорошие источники этих признаков при селекции факультативной пшеницы на урожайность и качество зерна и муки [14].

Таблица 1 – Сортообразцы факультативной пшеницы, выделившихся в качестве источников хозяйственно-ценных признаков

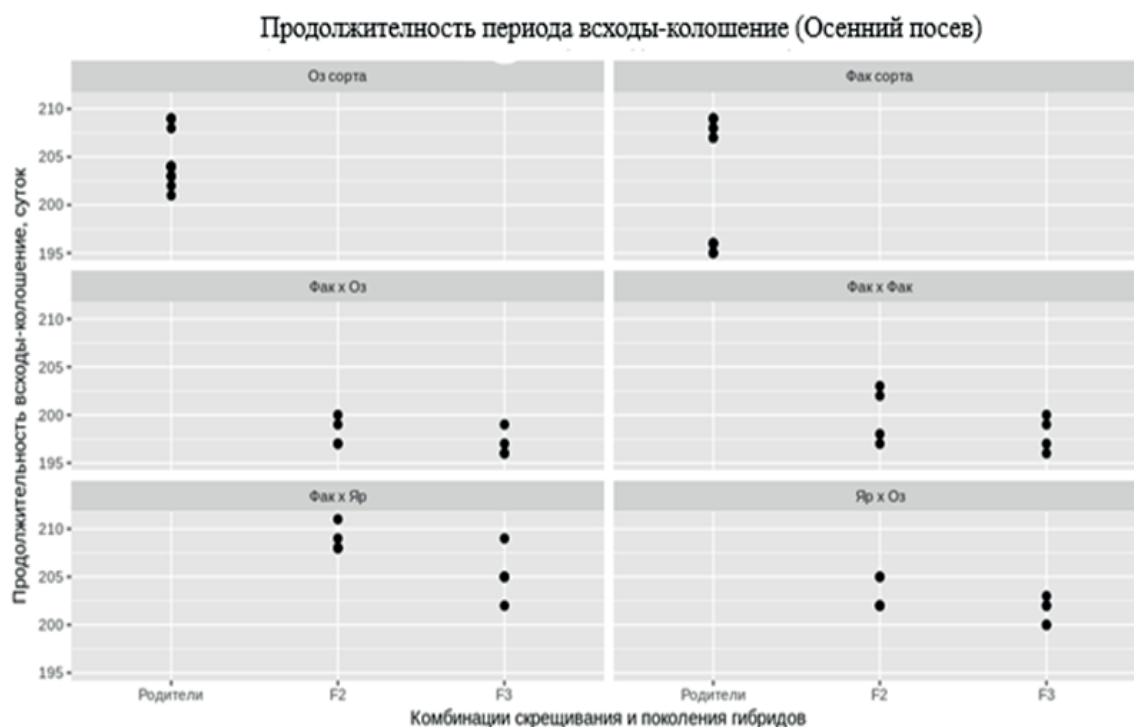
Сортообразец	Признак	Значение
Phib – Mutant, Cv. Lada, Eta и Cv. Rodina	Длина колоса, см	9,8 - 11,4
Yildiz 98, Sultan95/Atilla, Atay, Karakum, Or941611, Dh-Lines 1-1, Dh-Lines 2-1, Dh-Lines 5, Comp1, Eta, Cv. Rodina – 1, Chonte, Babax-3, Babax-7, Babax-9, Chibia, Kiritati-2, Fret2*2	Число зерен в колосе, шт.	44 - 53
Sultan95/Atilla, Bagl2002, Samar 10, Atay, Karakum, Pastor, Chonte, Pbw343*2-3, Babax-1, Babax-6, Babax-7, Babax-8, Babax-9, Chibia, Sm И Fret2*2	Масса зерна с растения, г	3,7 - 4,2
Samar 10, Pbw343*2-1, Pbw343*2-3, Babax-1, Babax-5, abax-6, Babax-7, Babax-9, Brbt1*2, Kamb1*2-1, Kamb1*2-2, Qt 6581-2, Chen И Tc87034	Масса 1000 зерен, г	39,0 - 41,6
Sultan95/Atilla, Samar 10. Karakum, Pastor, Babax-1. Babax-6. Brbt1*2, Falcin,	Число продуктивной кустистости на одно растение, шт.	2,9 - 3,2
Bagl2002, Phib – Mutant, Eta, Chonte, Babax-1, Babax-8	Натура зерна, г/л	свыше 768
Samar 10, Atay, Or 94 16 11, Polukarlikovaya (Olvia), Dh-Lines 5, Cv. Rodina – 1, Phib – Mutant, Pastor, Pbw343*2-1, Pbw343*2-2, Pbw343*2-4, Kiritati-1, Kiritati-2, Falcin, Ka/Nac, Kamb1*2-1, Ures, Vee, Chen, Fret2*2, Tc87034, Mon, Ga 961565-27-6	Содержание протеина, %	13,8 - 15,5
Atay, Or 94 16 11, Cv. Rodina – 1, Phib – Mutant, Kiritati-1, Chen, Fret2*2; Polukarlikovaya (Olvia) и Falcin	Седиментация муки и клейковины, %	55 и выше; клейковина свыше 28

Устойчивость растений к полеганию тесно коррелирует с высотой растения. Изучаемые сортообразцы факультативной пшеницы проявили разный уровень высоты стебля. Среди них источниками высокостебельности с высотой более 99 см являются сорт образцы Cv. Lada, Eta, Cv. Rodina-1 и Phib – Mutant, а низкостебельности с уровнем высоты стебля ниже 65,0 см - Dh-Lines 1-1, Dh- Lines 2-1, Vee, Falcin, Pbw343*2-2, Babax-4, Babax-5, Qt 6581-1и Qt 6581-2b [14].

Продолжительность вегетационного периода имеет большое значение при селекции сортов пшеницы разного срока спелости как на юго-востоке, так и в северных регионах страны [16]. Создание скороспелых сортов мягкой пшеницы с высоким потенциалом урожайности зерна является одной из важнейших целей селекционеров пшеницы во всем мире [17]. В этом вопросе в условиях юго-востока РК такие сортообразцы факультативной пшеницы, как PBW343*2-2, BABAX-4, BABAX-5, BRBT1*2, CHIBIA, KIRITATI-1, KIRITATI-2, KA/NAC, KAMB1*2-1, KAMB1*2-2, QT 6581-1, QT 6581-2, CHEN, SRN, FRET2*2, TC87034 и MON показали раннеспелость, а сортообразцы Phib – Mutant, Cv. Lada и Eta позднеспелость, т.е. они являются соответственно источниками этих биологических свойств [14].

Известно, что одним из факторов, отрицательно влияющих на урожайность пшеницы является уровень ее поражаемости видами ржавчины. В этом аспекте нами выделены в качестве источников к трем видам ржавчины 11 сортообразцов (Ures, Vee, Chen, Pbw343*2-1, Babax-3, Babax-8, Kiritati-1, Qt 6581-1, Falcin, Kamb1*2-2 и Ka/Nac) факультативной пшеницы [14].

Вегетационный период имеет большое значение при селекции сортов пшеницы разного срока спелости. В этом аспекте представляет интерес выявления и отбор факультативных линий в гибридных популяциях, полученных от различных типов комбинации скрещивания (рисунок 1).



Фак. – факультативные сорта; Оз. – озимые сорта и Яр. – яровые сорта

Рисунок 1 – Продолжительность периода всходы – колошение у сортов пшеницы (озимая, факультативная, яровая) и их гибридов F2, F3

Анализ данных рисунка 1 свидетельствует, что у сортов и гибридов факультативной пшеницы осеннего посева длина периода всходы - колошение на 6 суток короче, чем у озимых сортов. Обратное наблюдается при их весеннем посеве, т.е. продолжительность этого показателя на 5 суток длиннее по сравнению с сортами яровой пшеницы. Такая закономерность нами отмечен, и в другой работе [18].

На основании изложенного можно заключить, что при селекции факультативной пшеницы продолжительность периода всходы - колошение является одним из критерием отбора таковых форм и линий.

Известно, что сорта факультативной пшеницы, в основном, выведены путем скрещивания сортов озимой и яровой пшеницы. По результатам наших исследований в условиях юго-востока Казахстана новые гибриды и перспективные линии факультативной пшеницы получены также и от скрещивания между собой факультативных, озимых и яровых сортов. В таблице 2 представлены результаты анализа VRN генов у линий факультативной пшеницы в контрольном питомнике (КТП), которые наглядно показывают достоверность этого вывода. Так, из данных этой таблицы следует, что факультативные линии получены от типов скрещивания озимые сорта х яровые сорта (по *VrnB1/vrnD1*), факультативные сорта х озимые сорта и факультативные сорта х факультативные сорта (по *Vrn-B1/Vrn-D1*).

Отмечено, что получение факультативных генотипов с использованием в скрещивания факультативных, озимых и яровых сортов связано со сложным формообразовательным процессом хозяйственно-ценных признаков. При этом выявлено, что у факультативной пшеницы уровень слагаемых компонентов продуктивности выше в осеннем посеве, чем в яровом. Так, в весеннем посеве факультативные сорт образцы по сравнению с осенним посевом снижают высоту растения, массы 1000 зёрен и натуры зерна, но повышают технологические показатели зерна. Высота сортов двуручек должна быть стабильной, в пределах 100 см при осеннем и 80 см при весенних посевах [2]. Заметим, что указанные особенности факультативной пшеницы в осенне-весеннем посевах подтверждаются и результатами наших исследований.

Таблица 2 – VRN гены у линий мягкой пшеницы факультативного образа жизни в контрольном питомнике

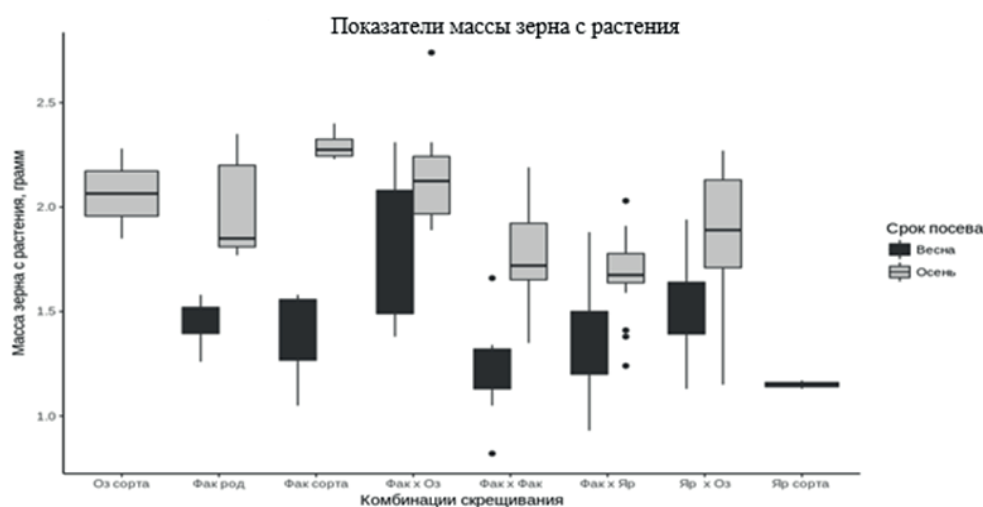
Линия – происхождение	<i>Vrn-B1/ vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1/ vrn-D1</i>
Интенсивная×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Интенсивная×PBW 343*2-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Sultan 95/Atilla×Новосибир 31	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Compi×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Уральск кукушка ×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
PBW 343*2-2×Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Терция×ЕТА	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Байтерек×CV Lada	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Sonmez×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Интенсивная×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
GA961565-27-6×Интенсивная	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Байтерек×CV Lada	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Bagel 2002×Алтайская 110	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Polycarlicovaуа×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Уральская кукушка × Стекловидная 24	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Целинная 3с×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>vrn-D1</i>
Babax-7×Казахстанская 10	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>

Продолжение таблицы 2

Интенсивная×РВW 343*2-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Фитон С-50×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Фитон С-50×Богарная 56	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Интенсивная×QT 6581-1	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>
Уральская кукушка×Алмалы	<i>Vrn-B1</i>	<i>Vrn-D1</i>

При селекции сортов факультативной пшеницы очень важно, чтобы генотипы сохраняли устойчивость в широком диапазоне погодных и экологических условий. Для выделения такого типа генотипов в Национальном центре зерна им. П.П. Лукьяненко использовали возможности естественного отбора, высевая гибридные популяции попеременно осенью и весной, а отобранные линии - осенью и весной. Этот метод также нашел применение и в наших работах по селекции факультативной пшеницы.

В литературе нет сведений о степени выраженности элементов продуктивности в расщепляющихся гибридных популяциях F2-F4, полученных от различных типов комбинации скрещивания. Для отбора лучших генотипов из гибридной популяции в первую очередь необходимо знать ее природу в плане их происхождении, а также гомо- и гетерозиготности по селектируемым признакам и свойствам [19]. Они создают предпосылки отбора лучших генотипов из гибридной популяции. Нами с целью выявления лучших гибридных популяций F2, F3 и F4 по продуктивности в сравнении с лучшими родительскими формами и стандартными сортами факультативной пшеницы проведен структурный анализ слагаемых их элементов. Математические тесты указывали на достоверность полученных данных (t-test - p-value < 2.2e-16, тест Шапиро-Уилкса - W = 0.93222, p-value = 0.001144) по элементам продуктивности. Так, данные рисунка 2 и таблицы 3 показывают, что уровень проявления структурных элементов растений, при осеннем посеве у гибридов F2 и F3 в целом одинаковые. При этом степень проявления высоты растений у гибридов варьировал в пределах 91,4 - 115,4 см; длины колоса - 9,3 - 10,5 см; число зёрен в колосе - 42,6 - 49,3 штук; массы зерна с колоса - 1,6 - 2,1 г; массы зерна с одного растения - 3,4 - 4,6 г.; и массы 1000 зёрен - 32,3 - 44,2 г. А у лучших родительских форм и стандартов факультативной мягкой пшеницы эти показатели составили: по высоте растений от 66,7 до 101,0 см; длине колоса - 8,3-11,3 см; числу зёрен в колосе - 45,9 - 54,5 штук; массе зерна с колоса - 1,8 - 2,4 г; массы зерна с растения - 3,9 - 4,4 г. и массы 1000 зёрен - 36,5 - 45,3 г. Отсюда следует, что у гибридов F2 и F3 степень проявления высоты растения, длины колоса несколько выше; массы зерна с растения, массы 1000 зёрен на уровне; а число зёрен в колосе и массы зерна с колоса уступает лучшим родительским формам и стандартным сортам факультативной пшеницы.



Фак. – факультативные сортообразцы; Оз, – озимые сортообразцы; Яр. – яровые сортообразцы

Рисунок 2 – Показатели массы зерна с растения у гибридов F2, F3 и F4 в зависимости от типа комбинации скрещивания и осенне-весенних сроков посева

Таблица 3 – Структурные элементы у гибридных популяций F₂ и F₃ факультативной пшеницы (осенний посев)

Сорт, происхождение гибрида	Высота стебля, см		Длина колоса, см		Количество зёрен в колосе, шт.		Масса зерна с колоса, г		Масса зерна с растения, г		Масса 1000 зерен, г	
	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃	F ₂	F ₃
Фак × Фак	104,4	104,0	10,5	9,9	48,3	46,3	1,8	1,7	3,8	3,5	36,0	32,3
Фак × Оз	91,4	101,6	10,0	10,3	49,2	48,0	2,1	2,1	4,6	4,4	42,0	44,2
Фак × Яр	113,2	114,5	9,9	9,3	46,7	42,6	1,8	1,6	3,7	3,4	36,2	37,3
Яр × Оз	107,1	115,4	10,1	9,6	49,3	47,1	1,9	1,9	4,6	4,1	38,7	37,6
Bagel 2002	86,0		9,8		47,9		1,9		4,0		37,1	
Sonmez	88,1		9,9		49,0		1,8		4,1		37,6	
Каракум	76,7		8,3		49,3		1,8		3,9		36,5	
Chivia	71,2		10,5		48,8		2,2		4,6		37,4	
Chonte	66,7		10,4		50,3		2,4		4,1		37,6	
Казахстанская 10	101,0		9,7		46,0		2,3		4,0		41,9	
Интенсивная	86,0		11,0		54,5		2,2		4,4		38,8	
Память 47	82,7		11,3		45,9		2,3		4,3		45,3	
Егемен	87,8		10,1		49,6		2,4		4,0		39,7	

Примечание, где: Фак. – факультативные сортообразцы; Оз. – озимые сортообразцы; Яр. – яровые сортообразцы

Таким образом, в условиях осеннего посева у гибридов по хозяйственно-ценным признакам высоты растения, длины колоса, массы зерна с растения и массы 1000 зёрен есть возможность отбора лучших, чем родительские формы и сорта линий. В этом вопросе результатами наших исследований выявлено преимущество гибридов от типов скрещивания: озимые сорта × факультативные сорта и озимые сорта × яровые сорта, как при осеннем, так и при весеннем посевах [20]. Так как, именно в таких гибридных популяциях высокая выраженность таких признаков, как длина колоса, масса зерна с колоса, масса зерна с растения и масса 1000 зёрен.

Создание новых перспективных линий факультативной пшеницы по комплексу ценных признаков и свойств

В результате целенаправленных исследований селекции факультативной пшеницы были выделены перспективные линии по урожайности, качеству зерна срокам спелости, устойчивости к болезням и другим показателям, которые в настоящее время проходят испытания в питомнике конкурсного сортоиспытания (КСИ) (Таблица 4).

Таблица 4 – Лучшие линии факультативной пшеницы в КСИ при осеннем и весеннем посевах, 2022-2024 годы

Линия	Происхождение	Всходы-колошение, суток		Средняя урожайность, ц/га		Качество зерна				Болезни ржавчины, тип поражения в %		
		осень	весна	осень	весна	натура, г/л	Стеклоидность, %	клейков. %	протеин, %	желтая	бурая	стеблевая
Эритроспермум 365	Фитон С 50×Алмалы	171	42	42,0	30,1	774	74	42,5	16,4	0	40MS	40MS
Ферругинеум 696	Фитон С 50×Алмалы	173	40	41,2	30,4	772	78	51,5	17,2	10S	40S	30MS

Продолжение таблицы 4

Велитинум 693	Polucarlisovaуа × Казахстанская 10	170	40	48,2	28,7	789	56	34,9	14,6	5S	60S	30MS
Ферругинеум 629	Уральская кукушка ×Алмалы	169	46	42,6	33,8	783	69	37,7	15,3	0	80S	60S
Лютесценс 363	Фитон С 50×Алмалы	171	51	43,1	25,6	802	75	40,8	15,0	0	60S	40S
Эритроспермум 305	Казахстанская 17×Егемен	179	49	43,5	29,4	787	74	35,8	15,5	0	30S	30MS
Лютесценс 957	PBW 343* 2-3× Богарная 56	174	52	48,4	29,8	789	75	43,5	15,8	0	20MS	40S
Эритроспермум 886	PBW 343* 2-2 × Стекловидная 24	169	47	41,0	29,0	792	76	37,9	17,0	0	60S	60S
Эритроспермум 374	Интенсивная ×Казахстанская 10	173	43	41,9	27,4	797	73	41,4	15,9	0	20MR	50S
Лютесценс 665	Целинная 3с×Богарная 56	172	51	44,1	25,8	806	74	43,9	16,1	0	70S	30MS
Эритроспермум 105	Уральская кукушка× Стекловидная 24	170	42	46,1	26,7	811	77	36,7	15,5	0	40MS	50S
Стандарт	Казахстанская 10	205	52	37,9	24,3	761	79	38,8	17,4	0	40S	60S
НСР 2,4 1,8												

Из данных таблицы 4 следует, что по урожайности как в осеннем, так и весеннем посевах выделяются линии Эритроспермум 886; Ферругинеум 696; Ферругинеум 629; Эритроспермум 365; Эритроспермум 305; Эритроспермум 105; Эритроспермум 374: Велитинум 693 и Лютесценс 957, превышая урожайность стандарта Казахстанская 10 до 10,5 ц/га и до 9,5 ц/га соответственно. Они характеризуются также среднеране и среднеспелостью, а по качеству зерна относятся к группе сильной и ценной пшеницы по стандарту [21].

Успешная селекция пшеницы на устойчивость к ржавчине требует постоянного мониторинга эффективности генов устойчивости и оценки влияния новых сортов пшеницы на вирулентность патогена [22]. В нашей работе 9 линий (Эритроспермум 365, 305, 886, 374, 105, Лютесценс 363, 957, 665, Ферругинеум 629) проявили иммунитет к желтой ржавчине (O). Линия Эритроспермум 374 отличалась умеренной устойчивостью к бурой ржавчине (MR - 20%), а линии Лютесценс 957, Эритроспермум 305, 105 и 365 умеренной восприимчивостью к этой болезни (MS-20-30-40%). Лишь линии Ферругинеум 696, Эритроспермум 365 проявили умеренную восприимчивость к стеблевой ржавчине со степенью 30-40%, а другие характеризовались восприимчивостью, в пределах 30-60% [21].

Таким образом, перспективные линии факультативной пшеницы КСИ отличаются кроме урожайности средне и среднераннеспелостью, сильными и ценными качественными показателями зерна, и устойчивостью к желтой ржавчине. Среди них по этим показателям выделяются линии Лютесценс 957, Велитинум 693, Эритроспермум 105, Ферругинеум 629, Эритроспермум 365, Эритроспермум 886 (таблица 4). Они являются кандидатами новых сортов факультативной мягкой пшеницы, которые в настоящее время готовятся к передаче в Государственную комиссию Республики Казахстан по сортоиспытанию сельскохозяйственных культур.

Заключение

Выделены источники по признакам: длины колоса, числа зерен в колосе, массы зерна с растения, массы 1000 зёрен, продуктивной кустистости, натуры зерна, содержания протеина, седиментация муки и клейковины, продолжительности вегетационного периода, устойчивости к полеганию и видам ржавчины.

Факультативные гибридные популяции проявляются в комбинациях скрещивания между собой факультативных, озимых и яровых сортов пшеницы. Это согласуется и генетическим анализом линии по VRN генам.

При селекции факультативной пшеницы длина периода всходы-колошение является одним из критерием отбора таковых форм и линий.

Выявлено преимущество гибридов от типов скрещивания: озимые сорта × факультативные сорта и озимые сорта × яровые сорта, как при осеннем, так и при весеннем посевах. Так как, именно в таких гибридных популяциях высокие показатели таких признаков, как длина колоса, масса зерна с растения и масса 1000 зёрен.

Лучшие перспективные линии факультативной пшеницы по комплексу ценных признаков и свойств готовятся для передачи в Государственное сортоиспытание.

Вклад авторов

ИН: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ИН, ЖК: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Научные исследования выполнены в рамках научно-технической программы ИРН BR24892821 «Селекция и первичное семеноводства зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических условиях Казахстана» ПЦФ МСХ РК 2024-2026 по проекту «Повышение производства зерна в условиях Юга и Юго-Востока Казахстана на основе селекции конкурентоспособных сортов факультативной пшеницы и разработки технологии их возделывания».

Благодарность

Выражаю благодарность техническому персоналу лаборатории факультативной и яровой мягкой пшеницы КазНИИЗиР за содействие при выполнении данной работы.

Список литературы

- 1 Есимбекова, МА. (2014). Система эффективного управления характерным набором пшеницы «зима-яровая» в условиях юго-востока Казахстана. *Вестник КазНУ*, 2(41), 193-198.
- 2 Филобок, ВА, Беспалова, ЛА, Гуенкова, ЕА, Кошкин, ВА, Потокина, ЕК. (2016). Создание адаптированного генофонда альтернативного образа жизни мягкой пшеницы. *Зерновое хозяйство России*, 1(43), 38-42.
- 3 Keser, M., Özdemir, F., Morgunov, AI, Akin, B. (2020). 25th Facultative Winter Wheat Observation Nurseries - Semi Arid condition (25FAWWON-SA). <https://hdl.handle.net/20.500>.
- 4 Neugschwandtner, RW, Böhm K., Hall, RM, Kaul, HP. (2015). Development, growth, and nitrogen use of autumn- and spring-sown facultative wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 65(1), 1-8. DOI: 10.1080/09064710.2014.958522.
- 5 Пахомеев, ОВ, Усубалиев, БК, Ибрагимова, ВС, Адылбаев, НБ. (2023). Исходный материал по селекции пшеницы для почвенно-климатических условий регионов Киргизской Республики. *Известия Национальной АН Киргизской Республики*, 6, 90-95.
- 6 Барбарян, А., Аличян, Н., Геворгян, А. (2020). Результаты изучения факультативных сортов мировых коллекций пшеницы в условиях Республики Армения. *ЕСУ*, 11(80). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.4.80.1123.
- 7 Гукасян, АГ, Барбарян, АА, Матевосян, ЛГ, Алиханян, НА, Казарян, РГ. (2022). Результаты испытания некоторых факультативных сортов пшеницы мировой коллекции в условиях Арапатской равнины Армении. *Slovenian scientific journal*, 73, 9-12.
- 8 Дорофеев, ВФ, Удачин, РА, Семенова, ЛВ. (1987). Пшеницы Мира. Л.: 560.
- 9 Çağlar, Ö., Bulut, S., Kotancilar, HG, Karaoğlu, MM. (2011). Determination of some quality characteristics in winter and facultative bread wheat (*Triticum aestivum* L.) varieties. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(25), 3356-3362. DOI:10.3923/javaa.2011.3356.3362.

- 10 Shorter, SC, Munro, CA, Hanson, R., Sinclair, KI, White, S., Hay, AS. (2010). Aquilla'-a premium quality facultative bread wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand J. Crop Hortic Sci.*, 33(3), 219-222. DOI: 10.1080 / 01140671.2005.9514353.
- 11 Коробейников, НИ, Валекжанин, ВС, Пеннер, ИН. (2020). Результаты селекции короткостебельных сортов мягкой яровой пшеницы интенсивного типа в Алтайском крае. *Достижения науки и техники АПК*, 34(7), 62-67. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10710.
- 12 Riaz, MW, Yang, L., Yousaf, MI, Sami, A., Mei, XD, Shah, L., Rehman, S., Xue, L., Si, H., Ma, C. (2021). Effects of heat stress on growth, physiology of plants, yield and grain quality of different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sustainability*, 13(5), 2972. DOI:10.3390/su13052972.
- 13 Subedi, M., Ghimire, B., Bagwell, JW, Buck, JW, Mergoum, M. (2022). Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Frontiers in Genetics*, 13, 1032601. DOI:10.3389/fgene.2022.1032601.
- 14 Нурпеисов, ИА. (2019). Источники ценных признаков и свойств для селекции факультативной пшеницы. *Исследования, результаты*, 3(83), 227-233. https://izdenister.kaznaru.edu.kz/files/full/2019_3.pdf
- 15 Нурпеисов, ИА, Баймагамбетова, КК, Булатова, КМ, Сарбаев, АТ, Ержебаева, РС. (2024). Создание нового конкурентоспособного и адаптированного к условиям юга и юго-востока Республики Казахстан сорта яровой мягкой пшеницы. *Исследования, результаты*, 2-1, 331-341.
- 16 Aidarbekova, TZh, Khussainov AT, Syzdykova GT, Nurpeisov IA, Kushanova R.Zh. (2024). Photosynthetic activity of spring wheat on chernozem soil under diverse mineral nutrition in Northern Kazakhstan. *SABRAO Journal of Breeding and Genetics*, 56(3), 973-987. DOI:10.54910/sabrao2024.56.3.7.
- 17 Dorrani-Nejad, M., Kazemipour, A., Maghsoudi-Mood, AA, Abdolshahi, R. (2022). Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high water conditions? *Ecological and Experimental Botany*, 200, 104902. DOI:10.1016/j.envexpbot.2022.104902.
- 18 Есімбекова, МА, Нұрпейісов, ИА, Мукин, КБ, Ержанова, СТ. (2022). Факультативті жұмсақ бидайдың халықаралық селекциядағы гендік қорын Қазақстанның оңтүстік-шығыс жағдайында шаруашылыққа құнды белгілері бойынша біртектілігін анықтау. *Қорқыт ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы*, 4(63), 24-33.
- 19 Нурпеисов, ИА. (2006). Селекционно-генетические особенности формирования элементов продуктивности, морозостойкости, высоты стебля, качества зерна и продолжительности вегетационного периода озимой пшеницы. *Сибирский вестник сельскохозяйственной науки*, 3, 17-26.
- 20 Нурпеисов, ИА. (2021). Эффективность отбора продуктивных линий факультативной мягкой пшеницы из гибридной популяции F2–F4, полученных от различных типов скрещивания. *Исследования, результаты*, 3(91), 33-42.
- 21 Нұрпейісов, ИА. (2024). Факультативті жұмсақ бидайдың болашақты нөмірлерінің шаруашылыққа – құнды белгілері. *Қорқыт ата атындағы Қызылорда Университетінің Хабаршысы, Ауыл шаруашылығы ғылымдары* 3(70), 60-69.
- 22 Gulyaeva, E., Shaydayuk, E., Shreyder, E., Kushnirenko, I., Shamanin, V. (2024). Genetic diversity of promising spring wheat accessions from Russia and Kazakhstan for rust resistance. *Plants*, 13, 2469. DOI:10.3390/plants13172469.

References

- 1 Esimbekova, MA. (2014). Sistema effektivnogo upravleniya harakternym naborom pshenicy «zima-yarovaya» v usloviyah yugo-vostoka Kazahstana. *Vestnik KazNU*, 2(41), 193-198. [in Russ].
- 2 Filobok, VA, Bepalova, LA, Guenkova, EA, Koshkin, VA, Potokina, EK. (2016). Sozдание adaptirovannogo genofonda al'ternativnogo obraza zhizni myagkoi pshenicy. *Zernovoe hozjajstvo Rossii*, 1(43), 38-42. [in Russ].
- 3 Keser, M., Özdemir, F., Morgunov, AI, Akin, B. (2020). 25th Facultative Winter Wheat Observation Nurseries - Semi Arid condition (25FAWWON-SA). <https://hdl.handle.net/20.500>.

4 Neugschwandtner, RW, Böhm, K., Hall, RM, Kaul, H.-P. (2015). Development, growth, and nitrogen use of autumn- and spring-sown facultative wheat. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B - Soil & Plant Science*, 65(1), 1-8. DOI: 10.1080/09064710.2014.958522.

5 Pahomeev, OV, Usulbaev, BK, Ibragimova, VS, Adylbaev, NB. (2023). Ishodnyi material po selektsii pshenicy dlya pochvenno-klimaticheskikh uslovii regionov Kirgizskoi Respubliki. *Izvestiya Nacional'noi AN Kirgizskoi Respubliki*, 6, 90-95. [in Russ].

6 Barbarjan, A., Alichanjan, N., Gevorgjan, A. (2020). Rezul'taty izucheniya fakul'tativnykh sortov mirovykh kollektsii pshenicy v usloviyakh Respubliki Armeniya. *ESU*, 11(80). DOI: 10.31618/ESU.2413-9335.2020.4.80.1123. [in Russ].

7 Gukasyan, AG, Barbarjan, AA, Matevosjan, LG, Alihanjan, NA, Kazaryan, RG. (2022). Rezul'taty ispytaniya nekotorykh fakul'tativnykh sortov pshenicy mirovoi kollektsii v usloviyakh Araratskoi ravniny Armenii. *Slovenian scientific journal*, 73, 9-12. [in Russ].

8 Dorofeev, VF, Udachin, RA, Semenova, LV. (1987). *Pshenicy Mira*. L.: 560. [in Russ].

9 Özcan, Ç., Bulut, S., Kotancilar, HG, Karaoglu, MM. (2011). Determination of Some Quality Characteristics in Winter and Facultative Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.) Varieties. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 10(25), 3356-3362. DOI: 10.3923/javaa.2011.3356.3362.

10 Shorter, SC, Munro, CA, Hanson, R., Sinclair, KI, White, S., Hay, AS. (2010). 'Aquila' a premium quality facultative bread wheat (*Triticum aestivum*). *New Zealand J. Crop Hortic Sci.*, 33(3), 219-222. DOI:10.1080/01140671.2005.9514353.

11 Korobeinikov, NI, Valekzhanin, VS, Penner, IN. (2020). Rezul'taty selektsii korotkostebel'nykh sortov myagkoi yarovoi pshenicy intensivnogo tipa v Altaiskom krae. *Dostizheniya nauki i tekhniki APK*, 34(7), 62-67. DOI: 10.24411/0235-2451-2020-10710. [in Russ].

12 Riaz, MW, Yang, L., Yousaf, MI, Sami, A., Mei, XD, Shah, L., Rehman, S., Xue, L., Si, H., Ma, C. (2021). Effects of heat stress on growth, physiology of plants, yield, and grain quality of different spring wheat (*Triticum aestivum* L.) genotypes. *Sustainability*, 13(5), 2972. DOI:10.3390/su13052972.

13 Subedi, M., Ghimire, B., Bagwell, JW, Buck, JW, Mergoum, M. (2022). Wheat end-use quality: State of art, genetics, genomics-assisted improvement, future challenges, and opportunities. *Sec. Genomics of Plants and the Phytoecosystem*, 13. DOI:10.3389/fgene.2022.1032601.

14 Nurpeisov, IA. (2019). Istochniki cennykh priznakov i svoystv dlja selektsii fakul'tativnoi pshenicy. *Issledovaniya, rezul'taty*, 3(83), 227-233. [in Russ].

15 Nurpeisov, IA, Bajmagambetova, KK, Bulatova, KM, Sarbaev, AT, Erzhebaeva, RS. (2024). Sozdanie novogo konkurentosposobnogo i adaptirovannogo k usloviyam yuga i yugo-vostoka Respubliki Kazakhstan sorta yarovoi myagkoi pshenicy. *Issledovaniya, rezul'taty*, 2-1, 331-341. [in Russ].

16 Aidarbekova, TZh, Khussainov, AT, Syzdykova, GT, Nurpeisov, IA, Kushanova, RZh. (2024). Photosynthetic activity of spring wheat on chernozem soil under diverse mineral nutrition in Northern Kazakhstan. *SABRAO J. Breed. Genet.*, 56(3), 973-987. DOI:10.54910/sabrao2024.56.3.7.

17 Dorrani-Nejad, M., Kazemipour, A., Maghsoudi-Mood, AA, Abdolshahi, R. (2022). Breeding wheat for early heading: does it improve grain yield under drought and high-water conditions? *Ecological and Experimental Botany*, 200, 104902. DOI: 10.1016/j.envexpbot.2022.104902.

18 Esimbekova, MA, Nurpeisov, IA, Mykin, KB, Erjanova, ST. (2022). Fakul'tativti jumsaq bidaıdyń halyqaralyq seleksiadaǵy gendik qoryn Qazaqstannyń óntústik-shyǵys jaǵdaıynda sharıashylyqqa qundy belgileri boıynsha birtektiligini anyqtaı. *Qorqyt ata atyndaǵy Qyzylorda ıńiversitetiniń Habarshysy*, 4(63), 24-33. [in Kaz].

19 Nurpeisov, IA. 2006. Selection-genetic characteristics of the formation of yield components, frost resistance, stem height, grain quality, and duration of the growing season in winter wheat. *Siberian Bulletin of Agricultural Science*, 3, 17-26. [in Russ].

20 Nurpeisov, IA. (2021). Effektivnost' otbora produktivnykh liniifakul'tativnoi myagkoi pshenicy iz gibridnoi populyatsii F2-F4, poluchennykh ot razlichnykh tipov skreshhivaniya. *Issledovaniya, rezul'taty*, 3(91), 33-42. [in Russ].

21 Nurpeisov, IA. (2024). Fakul'tativti jumsaq bidaıdyń bolashaqty nomirleriniń sharıashylyqqa – qundy belgileri. *Qorqyt ata atyndaǵy Qyzylorda ıńiversitetiniń Habarshysy, Ayıl sharıashylyǵy ǵylymdary*, 3 (70), 60-69. [in Kaz].

22 Gulyaeva, E., Shaydayuk, E., Shreyder, E., Kushnirenko, I., Shamanin, V. (2024). Genetic diversity of promising spring wheat accessions from Russia and Kazakhstan for rust resistance. *Plants*, 13, 2469. DOI:10.3390/plants13172469.

Факультативті жұмсақ бидай селекциясының Қазақстан Республикасындағы нәтижелеріне шолу

Нұрпейісов И.А., Кадырбекова Ж.Д.

Түйін

Шолуда 2013 - 2024 жылдардағы Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институтының (ҚазЕЖӨШҒЗИ) ЖШС-де факультативті жұмсақ бидай сорттарын шығарудың негізгі нәтижелері ұсынылған.

Зерттеу нысаны ретінде бәсекелестік сорт сынау питомнигінің (БСС) сұрыптары, будандары және факультативті бидай желілері алынды. Тәжірибелер Іле Алатауының тау бөктерінде ашық каштан топырақтарында күзде және көктемде жүргізілді. Мөлтектерді себу, зерттеу материалдарын есепке алу, будандастыру, құрылымдық талдау, бағалау, VRN гендерін талдау, нәтижелерді статистикалық өңдеу отандық және шетелдік көздердің әдістемелерін пайдалана отырып жасалды. Факультативті бидай селекциясының әдістемелік аспектілері анықталды, бастапқы ата-аналық формалар түрінде гермоплазманың жаңа көздері бөлінді, сондай-ақ осы дақылдың жаңа сорттары ретінде болашақты желілері шығарылды.

Кілт сөздер: бидай; бастапқы материал; будан; сұрыптау; желі.

Review of breeding results of facultative soft wheat in the Republic of Kazakhstan

Issatay A. Nurpeisov, Zhumakyz D. Kadyrbekova

Abstract

This review summarizes the main results of breeding facultative soft wheat varieties at the Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Industry LLP (KazNIIWR) during the period 2013-2024.

The study focused on varieties, hybrids, and lines of facultative wheat from the competitive variety trial (CVT) nursery. The experiments were conducted in the foothill zone of the Zailiyskiy Alatau on light chestnut soils. Sowing was carried out in both autumn and spring. Field trials, inventory assessments, hybridization, structural analysis, evaluation, VRN gene analysis, and statistical processing of the results were performed using both domestic and international methodologies.

The methodological aspects of facultative wheat breeding are discussed. New sources of germplasm in the form of initial parental lines were identified, and promising breeding lines were developed as potential new wheat varieties.

Keywords: wheat; germplasm; hybrid; selection; breeding line.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 172-183. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

10.51452/kazatu.2025.2(125).1913

УДК 631.523.5

Обзорная статья

Генетическое разнообразие и структура национальных пород собак

Абылкасымова Г.М. , Толебаева А.Д. , Мить Н.В. ,
Сейсенбаева А.С. , Жаксылыкова А.А. 

РГП «Институт генетики и физиологии» КН МНВО РК, Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Абылкасымова Г.М.: Gulyam05@mail.ru

Соавторы: (1: АТ) tolebaeva_anara@mail.ru; (2: НМ) nata-mit@yandex.ru

(3: АС) S_akerke@mail.ru; (4: АЖ) Asel_zhaksylykov@mail.ru

Получено: 11-04-2025 **Принято:** 02-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Генетическое разнообразие является ключевым фактором, обеспечивающим здоровье, адаптивный потенциал и выживаемость любых популяций. Высокое генетическое разнообразие создаёт основу для устойчивого развития популяций, в том числе домашних животных. В данной работе проведён обзор генетических исследований структуры популяций различных национальных пород собак, рассмотрены основные закономерности и факторы, влияющие на уровень генетического разнообразия. В обзоре приведены данные, полученные с применением современных методов генетического анализа, включая оценку наблюдаемой и ожидаемой гетерозиготности, а также расчёт коэффициентов инбридинга, что позволяет детально оценить степень генетической вариативности в популяциях. В работе также проведён сравнительный анализ генетической структуры казахских национальных пород собак тазы и тобет с другими известными породами.

Рассматриваются проблемы, связанные с ограниченным генофондом, возникающие в результате исторической изоляции, селекционных практик и сокращения численности пород, что приводит к повышенному риску наследственных заболеваний и снижению адаптивности.

Обсуждаются стратегии по расширению генофонда через контролируемое скрещивание, инбридинг и сохранение редких генетических линий, предлагаются подходы и рекомендации для эффективного и устойчивого разведения пород.

Результаты генетических исследований важны для сохранения биологического разнообразия, и могут быть использованы в ветеринарии и в племенном деле. Они вносят существенный вклад в разработку эффективных программ сохранения и разведения пород, поскольку позволяют повысить устойчивость к внешним стрессовым факторам, снизить вероятность возникновения генетических дефектов и обеспечить долгосрочное сохранение уникальных генетических ресурсов национальных пород собак.

Ключевые слова: генетическое разнообразие; инбридинг; национальные породы собак; селекция; сохранение пород.

Введение

Собаки (*Canis lupus familiaris*) – одни из самых разнообразных и широко распространённых домашних животных. За долгие годы, прошедшие с момента их одомашнивания человеком, выведено множество пород и разновидностей собак. В разных регионах мира под влиянием природно-климатических и социально-экономических факторов сложились свои породы собак, прошедшие длительный отбор, приспособленные к условиям содержания, отличающиеся определенными рабочими качествами [1, 2, 3].

Результатом многовековой селекции являются национальные породы собак, имеющие свои характерные особенности, сформированные на основе искусственного отбора по желаемым признакам, а также уникальные генетические характеристики, которые определяют их внешний вид, физические признаки, поведение, предрасположенность к различным заболеваниям.

Важной составляющей генетической характеристики породы является генетическое разнообразие. Генетическое разнообразие можно охарактеризовать как вариации в генетическом материале различных популяций. Однако, высокая частота инбридинга, применяемого для сохранения породных признаков, приводит к уменьшению генетического разнообразия и накоплению в популяции генетического груза. Важно отметить, что ограничение генетического фонда может привести к повышению вероятности наследственных заболеваний и ухудшению адаптивных способностей собак, что создаёт угрозы для их здоровья. Изучение генетической структуры популяций позволяет понять, какие породы находятся под наибольшей угрозой, и какие меры необходимо предпринять для сохранения их здоровья и жизнеспособности. Предлагаемый обзор посвящён анализу генетического разнообразия различных национальных пород собак, в том числе казахских национальных пород собак Тазы и Тобет, а также возможностям их сохранения и устойчивого разведения.

Генетическое разнообразие

Генетическое разнообразие представляет собой важный компонент генетической характеристики популяции, группы популяций или вида. Это понятие включает в себе совокупность генетических маркеров породы и играет ключевую роль в обеспечении выживаемости, адаптации и эволюции.

Генетическое разнообразие является основой здоровья и устойчивости любых популяций, включая домашних животных. Высокое генетическое разнообразие в популяции способствует улучшению работы иммунной системы, повышает устойчивость к болезням и способность адаптироваться к изменяющимся условиям окружающей среды. С каждым десятилетием растёт внимание к вопросам сохранения генетического разнообразия у собак, особенно среди пород с ограниченным генофондом, что может угрожать их долгосрочной жизнеспособности и здоровью.

Генетическое разнообразие национальных пород собак определяется рядом факторов, включая их историческое происхождение, численность популяции, методы разведения и степень изоляции от других пород. В общем, генетическое разнообразие может быть, как относительно высоким, так и низким в зависимости от условий.

Факторы, влияющие на генетическое разнообразие и генетическую структуру пород собак

Структура популяций домашних собак также обусловлена множеством факторов, которые влияют на их генетическое разнообразие. Рассмотрим ключевые из них, включая географическое распределение, исторические и культурные особенности, человеческое вмешательство, размер популяции, генетический дрейф, миграцию и экосистемные адаптации.

Одним из факторов, оказывающих существенное влияние на генетическое разнообразие, является географическая изоляция. Географическая изоляция препятствует обмену генетическим материалом с другими популяциями, что способствует образованию локальных генетических линий [4]. В условиях географической изоляции популяции собак развиваются независимо друг от друга, что приводит к накоплению уникальных генетических признаков. Например, такие породы собак, как хаски и маламуты, развивались в суровых климатических условиях Сибири и других северных регионов, что привело к возникновению уникальной генетической структуры, приспособленной к низким температурам и высокому физическому напряжению [4].

В противоположность изоляции, миграция и скрещивание между популяциями могут значительно увеличить генетическое разнообразие. Когда разные популяции собак, ранее изолированные, начинают обмениваться генами, это ведёт к увеличению гетерозиготности и появлению новых генетических признаков. Скрещивание домашних собак с дикими волками также может внести новые генетические вариации, что способствует укреплению здоровья популяции и её устойчивости к болезням [5]. Одним из самых значительных факторов, оказывающих влияние на генетическое разнообразие собак, является человеческая селекция. В процессе разведения собак акцент часто делается на определённые физические и поведенческие характеристики, что ограничивает генетическое разнообразие и может вести к инбридингу.

Например, немецкие овчарки, несмотря на свои выдающиеся рабочие качества, подверглись селекции, которая привела к снижению генетического разнообразия и увеличению частоты генетических заболеваний, таких как дисплазия тазобедренного сустава [6]. Селекция с фокусом на стандарты породы, без учёта генетической изменчивости, может быть вредной для здоровья популяции в долгосрочной перспективе [6].

Размер популяции является ещё одним фактором, оказывающим существенное влияние на её генетическую структуру. Размер популяции напрямую связан с уровнем генетического разнообразия. Малая популяция подвергается большему риску случайных изменений частот аллелей, что может существенно повлиять на её структуру. Эти процессы особенно важны для редких пород, таких как чихуахуа, где ограниченное число основателей и интенсивная селекция приводят к сужению генетической базы. Малые популяции могут столкнуться с проблемой потери уникальных генетических признаков, что делает их уязвимыми к генетическим заболеваниям [7].

На генетическое разнообразие породы также может влиять широко известное явление генетического дрейфа - колебания частот аллелей в ряду поколений в популяциях с ограниченной численностью. Этот процесс чаще всего наблюдается в изолированных популяциях, где определённые генетические линии могут исчезать, что ведёт к утрате генетического разнообразия. Генетический дрейф является наиболее значимым для малых популяций. Например, для породы басенджи, которая образовалась из ограниченного числа основателей, генетический дрейф сыграл значительную роль в формировании её современной генетической структуры. Это подчёркивает важность управления популяциями и сохранения генетического разнообразия для предотвращения генетических потерь. Генетический дрейф проявляется в случае, если в популяции имеется небольшое число особей в ряду поколений. В небольшой популяции, подвергающейся генетическому дрейфу на протяжении нескольких поколений, вероятность исчезновения генетического разнообразия намного больше, чем в популяции, подвергшейся генетическому бутылочному горлышку, поскольку после прохождения бутылочного горлышка популяция может обновиться [8, 9].

Существенными факторами в формировании генетической структуры популяций являются экологические условия и адаптация к ним. Породы собак, развивавшиеся в экстремальных условиях, например, тибетский мастиф, имеют уникальные генетические характеристики, которые позволяли им адаптироваться к жизни в высокогорных районах. Адаптация к различным климатическим условиям, в том числе повышенной физической активности, тесно связана с генетическими изменениями в популяции. Эти особенности определяют, какие аллели будут доминировать в популяции, и как она будет эволюционировать в долгосрочной перспективе [10]. Важную роль в формировании генетической структуры популяции играют также исторические и культурные факторы. Разведение собак всегда было тесно связано с человеческими потребностями. Это влияло на выбор характеристик для каждой породы, что могло ограничить генетическое разнообразие. Например, в России разведение борзых было направлено на совершенствование охотничьих качеств, что привело к существенному сужению генетического пула. Отбор по предпочтительнее для человека признакам способствовал сохранению ряда генетических особенностей, но также ограничивал возможности для генетической диверсификации [11]. Таким образом, исторические и культурные предпочтения также имеют большое значение для формирования генетической структуры [11].

Методы, используемые для оценки генетического разнообразия и структуры популяций

Для оценки генетического разнообразия и структуры популяций собак используются различные молекулярно-генетические методы. Наиболее популярными и эффективными методами являются анализ микросателлитов и SNP-маркеров (однонуклеотидных полиморфизмов). Эти методы позволяют исследовать вариации в ДНК и дают точную информацию о генетическом разнообразии и структуре популяций.

Метод микросателлитов является наиболее распространённым подходом для оценки генетического разнообразия [12]. Микросателлиты – это участки ДНК, которые состоят из повторяющихся коротких (2-6 пар оснований) последовательностей нуклеотидов. Эти участки являются высоко полиморфными, что делает их наиболее подходящими маркерами для

исследования генетического разнообразия. Количество повторов в микросателлитах может различаться у разных особей, что позволяет различать популяции и устанавливать степень их генетического различия. Например, в исследовании, проведённом на популяции домашних собак, было использовано более 20 микросателлитных маркеров для оценки генетического разнообразия и структуры. Результаты показали значительное различие в генетическом разнообразии между различными породами и национальными популяциями собак. Также, анализ микросателлитов показал, что породы с меньшим числом особей (например, чихуахуа и басенджи) имели меньшее генетическое разнообразие, чем более многочисленные породы (например, лабрадор или немецкая овчарка) [6]. Анализ микросателлитов включает несколько этапов. На первом этапе проводят выделение ДНК из биологического материала (крови, ткани, клетки). Далее используют метод полимеразной цепной реакции (ПЦР). Затем проводят амплификацию микросателлитных маркеров и анализируют количество повторов в каждой популяции с помощью флуоресцентной маркировки и генотипирования. Полученные данные используют для расчёта индексов генетического разнообразия (например, ожидаемое и наблюдаемое разнообразие, коэффициенты дифференциации) [13, 14].

Анализ SNP-маркеров является другим распространённым методом изучения генетической структуры популяций. SNP-маркеры (однонуклеотидные полиморфизмы) представляют собой самые распространённые генетические вариации в ДНК. Они отражают изменения в одном нуклеотиде, что делает их удобными для массового анализа. SNP анализ позволяет получить подробную информацию о генетических различиях на уровне отдельных нуклеотидов, что делает этот метод очень мощным для исследования не только генетического разнообразия, но и генетической структуры популяций. Анализ STR-маркеров даёт ценную информацию о генетическом разнообразии различных видов и пород животных [15]. Так, в исследовании Savolainen с соавторами [5], проведённом на основе данных геномного анализа, были использованы SNP-маркеры для оценки генетической структуры домашних собак. Это исследование выявило значительное разделение между популяциями собак, даже если они были в одной породе, из-за различий в географическом происхождении. Миграция и смешение различных популяций, согласно результатам SNP-анализа, влияли на генетическую структуру популяций собак, увеличивая генетическое разнообразие [5]. В отличие от микросателлитного анализа, для SNP-анализа используется технологии секвенирования нового поколения (NGS) или массивы для генотипирования, которые могут выявить огромное количество однонуклеотидных полиморфизмов по всей геномной области. Например, для оценки генетической структуры популяций собак в одном из исследований было секвенировано более 10 000 SNP-маркеров, что позволило точно классифицировать популяции и определить степень их генетической изоляции и миграции.

Каждый из приведённых методов имеет свои преимущества и недостатки. К преимуществам метода микросателлитов относят высокую степень полиморфизма микросателлитных участков, что позволяет выявлять различия между популяциями, даже если они имеют схожие внешние признаки. В свою очередь, SNP-маркеры позволяют получить более детализированную информацию о генетических различиях, имея большую репрезентативность и стабильность при исследовании больших популяций. К недостаткам микросателлитного анализа можно отнести необходимость проведения довольно сложных лабораторных процедур для амплификации и генотипирования. К недостаткам SNP-анализа относится высокая стоимость анализа, поскольку для секвенирования и генотипирования необходимо применение высокотехнологичного оборудования.

Таким образом, анализ микросателлитов и SNP-маркеров является основным инструментом для оценки генетического разнообразия и структуры популяций собак. Оба метода позволяют получить важную информацию о генетической изоляции, уровне разнообразия и происхождении разных популяций собак. Например, анализ микросателлитов помогает выявить различия между породами и географическими популяциями, в то время как SNP-анализ даёт более глубокое понимание структуры генома и механизмов эволюции домашних собак. Эти методы могут использоваться как в научных исследованиях, так и в практическом селекционном разведении для повышения качества и устойчивости пород.

Исследования структуры различных национальных пород собак

Национальные породы собак развивались в определенных регионах, и их генетическое разнообразие формировалось под влиянием местных условий и предпочтений человека. Каждая порода имеет свои уникальные черты, которые связаны с интересами местных сообществ и целями использования. В этом разделе мы проанализировали исследования, посвященные изучению генетической структуры 14 популярных национальных пород собак.

В таблице 1 приведены основные генетические характеристики популяций, такие как степень гетерозиготности H_O и H_E и коэффициент инбридинга популяции (FIS).

Таблица 1 – Степень гетерозиготности и коэффициент инбридинга у разных пород собак

Название породы (ссылка на исследование)	Маркер	Количество исследованное	Уровень генетического разнообразия
Немецкая овчарка Польша [16]	STR	260	$H_O=0.5451$ $H_E=0.5541$ $Fis=0.0171$
Мальтийская болонка Польша [16]	STR	81	$H_O=0.6855$ $H_E=0.6771$ $Fis=-0.0127$
Ирландский волкодав Польша [16]	STR	86	$H_O=0.4911$ $H_E=0.4743$ $Fis=-0.0373$
Йоркширский терьер Польша [16]	STR	77	$H_O=0.6623$ $H_E=0.6981$ $Fis=0.0533$
Бивер-йоркширский терьер Польша [16]	STR	131	$H_O=0.6608$ $H_E=0.6581$ $Fis=-0.0041$
Золотистый ретривер Польша [16]	STR	48	$H_O=0.5922$ $H_E=0.5620$ $Fis=-0.0490$
Лабрадор-ретривер Польша [16]	STR	103	$H_O=0.5954$ $H_E=0.5886$ $Fis=0.0088$
Французский бульдог Польша [16]	STR	117	$H_O=0.6077$ $H_E=0.6177$ $Fis=0.0173$
Маннарская собака Sicily (Italy) [17]	STR	12	$H_O=0.337$ $H_E=0.339$ $Fis=0.003$
Неаполитанский мастифф Sicily (Italy) [17]	STR	12	$H_O=0.263$ $H_E=0.260$ $Fis=-0.013$
Кавказская овчарка Sicily (Italy) [17]	STR	12	$H_O=0.316$ $H_E=0.256$ $Fis=-0.141$
Польская борзая. Польша [18]	21 STR	235	$H_O=0.656$ $H_E=0.644$ $Fis=-0.018$

Продолжение таблицы 1

Тазы. Казахстан [19]	19 STR	109	$H_o = 0,748$ $H_E = 0,769$ $Fis = (-0,05 \pm 0,02)$
Тобет. Казахстан [20]	19STR	300	$H_o = 0,780$ $H_E = 0,810$ $Fis = -0,001$

Как видно из таблицы 1, генетическая структура и характеристики популяций у разных пород собак значительно различаются. Так, среди исследованных пород собак наибольшая гетерозиготность была зафиксирована у мальтийской болонки, йоркширского терьера и бивер-йоркширского терьера. В то же время, самые низкие показатели гетерозиготности отмечены у неаполитанского мастифа, кавказской овчарки, маннарской собаки и ирландского волкодава. Коэффициент инбридинга (FIS) варьировал от - 0,018 (польская борзая) до 0,053 (йоркширский терьер), что указывает на существенные различия в степени генетического разнообразия и уровня инбридинга среди пород [16]. Довольно высокогенетическое разнообразие обнаружено у маннарской собаки, при этом уровень генетического разнообразия соответствует ожидаемым значениям, что говорит о сбалансированной популяции. Коэффициент инбридинга для этой породы очень близок к нулю, что подтверждает низкий уровень родственного скрещивания [17]. Таким образом, довольно высокий уровень гетерозиготности маннарской собаки указывает на хорошее генетическое разнообразие, и вместе с практически нулевым коэффициентом инбридинга делает породу генетически устойчивой. Это особенно заметно в сравнении с кавказской овчаркой, у которой коэффициент инбридинга $Fis = -0.141$, что указывает на более сильное генетическое смешение. Отрицательное значение коэффициента инбридинга может свидетельствовать об избытке гетерозиготности в популяции, что может быть связано с процессами, такими как естественный или искусственный отбор, миграция или скрещивание особей из разных популяций.

У неаполитанского мастифа значения H_o и H_E почти идентичны: 0.263 и 0.260 соответственно, а коэффициент инбридинга $Fis = -0.003$. Это говорит о сбалансированном распределении генетического разнообразия без выраженного избытка или недостатка инбридинга.

Таким образом, для пород маннары и неаполитанского мастифа показатели генетического разнообразия достаточно сбалансированы, в то время как овчарка кавказская демонстрирует явный избыток гетерозиготности.

Исследование польской борзой показало низкий уровень инбридинга в популяции. Средний коэффициент инбридинга (FIS) для 21 STR-локуса имел отрицательное значение (-0,018), что свидетельствует об отсутствии выраженного инбридинга и систематическом избегании спаривания между родственными особями. Гетерозиготность (H_o и H_E) у этой породы также сохраняется на относительно высоком уровне. H_o составляет 0,37, H_E – 0,38, а по отдельным локусам H_o варьирует в диапазоне 0,43–0,82. Средняя наблюдаемая гетерозиготность всех STR-локусов достигает 66%. Таким образом, популяция польской борзой демонстрирует генетическое разнообразие и низкую степень инбридинга, что подтверждается отрицательными значениями FIS и сравнительно высокой гетерозиготностью. Положительные значения FIS были получены для девяти локусов в диапазоне от 0,005 для REN247M23 до 0,07 для INU005 и FH2054 [18].

Группой казахстанских учёных были проведены исследования генетической структуры казахских национальных пород тазы и тобет.

На основе микросателлитного анализа 19 STR локусов были определены гаплотипы и рассчитаны основные показатели генетической изменчивости как для всей популяции тазы, так и для отдельных субпопуляций [19, 20]. Все изученные локусы оказались полиморфными, с количеством аллелей от 3 до 12 на каждом локусе.

Среднее значение коэффициента полиморфизма PIC составило $0,74 \pm 0,09$ для общей популяции. Среднее количество аллелей на локус равнялось 9,778, что является довольно высоким показателем и свидетельствует о достаточной генетической изменчивости породы тазы [20].

Следует отметить, что значение N_a у тазы выше, чем соответствующий показатель у многих других пород собак, таких как немецкая овчарка, мальтийская болонка, йоркширского терьера ($N_a=3,3-3,5$ для тех же локусов) [16]. Отрицательное значение F_{IS} ($-0,05\pm 0,02$) свидетельствует о низком уровне инбридинга и является положительным фактором для здоровья популяции. Таким образом, порода тазы показывает довольно высокий уровень гетерозиготности, что говорит о разнообразии аллелей и, соответственно, о возможности адаптации породы к изменяющимся условиям среды [19].

Аналогичные исследования были проведены для казахской национальной породы тобет. Результаты микросателлитного анализа показали высокий уровень полиморфизма PIC, который составил не менее 60% для всех исследованных локусов [20]. Среднее значение коэффициента полиморфизма PIC составило $0,743\pm 0,084$ и было сопоставимо с аналогичным показателем для корейского джиндо (0,88), и выше значений, полученных для французского бульдога и татарнской овчарки (0,5602 и 0,6598 соответственно) [16, 23]. Среднее эффективное число аллелей N_e составило $5,47\pm 0,32$ [24]. Это ниже, чем у тибетского мастифа ($N_a=7,7$) [25], но выше, чем у французского бульдога ($N_e=2,6$) и английского бульдога ($N_e=2,7$) [25]. Наблюдаемая гетерозиготность составила 78%, что выше, чем значения этого показателя, наблюдаемые у тибетского мастифа, французского бульдога ($H_o=0,69-0,76$ и 0,61 соответственно) и ряда других пород. Низкий коэффициент инбридинга ($F_{is}=0,03$) указывает на минимальный инбридинг в породе казахский тобет. В результате секвенирования полного генома двух собак породы тобет была продемонстрирована сложная генетическая структура породы, включающая 7 различных кластеров, что больше, чем известно для других пород. Все 7 генетических кластеров присутствовали во всех четырёх популяциях из разных регионов Казахстана [24]. Филогенетическое дерево, построенное на основе последовательностей митохондриальной D-петли, показало общее генетическое происхождение с породой турецкий акбаш и среднеазиатской овчаркой. Наличие гаплотипа A18 у казахского тобета подтверждает гипотезу о древнем происхождении породы, поскольку гаплогруппа A является наиболее древней и предположительно была введена в популяции собак на ранних стадиях одомашнивания и сыграла решающую роль в эволюции различных пород собак [25, 26, 27].

В целом, полученные результаты свидетельствуют о высоком уровне генетического разнообразия в популяции тобетов, что является благоприятным фактором для долгосрочного поддержания породы и обеспечивают важную генетическую основу для продолжающихся усилий по улучшению казахской национальной породы тобет.

Заключение

В заключении можно отметить, что генетическое разнообразие и структура национальных пород собак являются результатом сложного взаимодействия множества биологических, исторических и экологических факторов. Географическая изоляция, исторические условия, масштаб и особенности человеческого вмешательства, размер популяций, генетический дрейф, миграция, а также экосистемные адаптации – все эти аспекты в совокупности определяют, как поддержание, так и уменьшение генетической вариабельности в популяциях. Изменения в генетическом составе напрямую влияют на здоровье, жизнеспособность и адаптивный потенциал пород, что, в свою очередь, сказывается на их выживаемости в условиях изменяющейся окружающей среды. Полученные данные имеют важное практическое значение для различных областей. Так, в племенном деле понимание генетической структуры помогает селекционерам правильно подбирать особей для скрещивания, что способствует снижению риска наследственных заболеваний и улучшению общего генетического здоровья потомства. Для пород, находящихся под угрозой исчезновения, генетические исследования являются основой для разработки программ по их сохранению и восстановлению, позволяющих сохранить редкие генофонды и обеспечить устойчивость популяций в долгосрочной перспективе. Кроме того, генетическая информация позволяет ученым разрабатывать стратегии по повышению устойчивости к болезням и адаптивным качествам пород. Это особенно актуально в условиях глобальных изменений, когда экосистемы претерпевают существенные модификации, а угрозы со стороны патогенов и неблагоприятных климатических условий становятся всё более заметными. Современные

генетические методы дают возможность не только анализировать текущую генетическую структуру, но и прогнозировать будущие изменения, что позволяет своевременно принимать меры по сохранению и укреплению генетического разнообразия.

Таким образом, исследование генетической структуры и разнообразия национальных собак имеет значение не только для глубокого понимания процессов эволюции и адаптации, но и для практических задач в области ветеринарии, племенного дела. Комплексный подход, объединяющий генетические исследования, экологический анализ и практику селекции, создаёт основу для разработки эффективных стратегий по сохранению биологического разнообразия и поддержанию здоровья популяций собак. Это, в свою очередь, способствует не только сохранению уникальных пород, но и поддержанию баланса в экосистемах, что имеет большое значение для устойчивого развития сельского хозяйства и охраны природы в целом.

Вклад авторов

ГА, АТ и НМ: концептуализировали и провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. АС и АЖ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена в рамках ПЦФ BR21881977, 2023-2025, номер госрегистрации 0123PK01136 Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Wayne, RK, von Holdt, BM. (2012). Evolutionary genomics of dog domestication. *Mamm Genome*, 23(1-2), 3-18. DOI: 10.1007/s00335-011-9386-7.
- 2 Larson, G., Karlsson, EK, Perri, A., Webster, MT, Ho, SY, Peters, J., Stahl, PW, Piper, PJ, Lingaas, F., Fredholm, M., Comstock, KE, Modiano, JF, Schelling, C., Agoulnik, AI, Leegwater, PA, Dobney, K., Vigne, JD, Vilà, C., Andersson, L., Lindblad-Toh, K. (2012). Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proc Natl AcadSci USA*, 109(23), 8878-83. DOI: 10.1073/pnas.1203005109.
- 3 Pedersen, NC, Liu, H., Leonard, A., Griffioen, L. (2015). A search for genetic diversity among Italian Greyhounds from Continental Europe and the USA and the effect of inbreeding on susceptibility to autoimmune disease. *Canine Genet Epidemiol.*, 30: 2, 17. DOI: 10.1186/s40575-015-0030-9.
- 4 Lindblad-Toh, K., et al. (2005). Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature*, 438(7069), 803-19. DOI: 10.1038/nature04338.
- 5 Savolainen, P., Zhang, YP, Luo, J., Lundeberg, J., Leitner, T. (2002). Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298(5598), 1610-3. DOI: 10.1126/science.1073906.
- 6 Bannasch, D., et al. (2010). Canine genetic diversity and its relation to breed standards. *Animal Genetics*, 41(1), 60-64.
- 7 Sutter, NB, Bustamante, CD, Chase, K., Gray, MM, Zhao, K., Zhu, L., Padhukasahasram, B., Karlins, E., Davis, S., Jones, PG, Quignon, P., Johnson, GS, Parker, HG, Fretwell, N., Mosher, DS, Lawler, DF, Satyaraj, E., Nordborg, M., Lark, KG, Wayne, RK, Ostrander, EA. (2007). A single IGF1 allele is a major determinant of small size in dogs. *Science*, 316(5821), 112-5. DOI: 10.1126/science.1137045.
- 8 Oliveira, HR, Tomás, D., Silva, M., Lopes, S., Viegas, W., Veloso, MM. (2016). Genetic diversity and population structure in Vicia faba L. landraces and wild related species assessed by nuclear SSRs. *PloS one*, 11(5), e0154801.
- 9 Fadhil, M., Zülkadir, U., Aytakin, İ. (2018). Genetic Diversity in Farm Animals. *Elixir Horm. Signal.*, 50032-50037.
- 10 Vonholdt, BM, Pollinger, JP, Lohmueller, KE, Han, E., Parker, HG, Quignon, P., Degenhardt, JD, Boyko, AR, Earl, DA, Auton, A., Reynolds, A., Bryc, K., Brisbin, A., Knowles, JC, Mosher, DS, Spady, TC, Elkahoun, A., Geffen, E., Pilot, M., Jedrzejewski, W., Greco, C., Randi, E., Bannasch,

D., Wilton, A., Shearman, J., Musiani, M., Cargill, M., Jones, PG, Qian, Z., Huang, W., Ding, ZL, Zhang, YP, Bustamante, CD, Ostrander, EA, Novembre, J., Wayne, RK. (2010). Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature*, 464(7290), 898-902. DOI: 10.1038/nature08837.

11 Knierim, U., et al. (2003). Genetic structure and differentiation in the domestic dog: Evidence for spatial and temporal variation. *Molecular Ecology*, 12(6), 1765-1777.

12 Olschewsky, A., Hinrichs, D. (2021). An Overview of the Use of Genotyping Techniques for Assessing Genetic Diversity in Local Farm Animal Breeds. *Animals (Basel)*, 11(7), 2016. DOI: 10.3390/ani11072016.

13 Koskinen, MT. (2003). Individual assignment using microsatellite DNA reveals unambiguous breed identification in the domestic dog. *Anim Genet.*, 297-301. DOI: 10.1046/j.1365-2052.2003.01005.x

14 Gagliardi, R., Llambí, S., García, C., Arruga, MV. (2011). Microsatellite characterization of Cimarron Uruguayo dogs. *Genet Mol Biol.*, 34(1), 165-8. DOI: 10.1590/S1415-47572010005000101.

15 Li, Z., Wang, Z., Chen, Z., et al. (2023). Systematically identifying genetic signatures including novel SNP-clusters, nonsense variants, frame-shift INDELs, and long STR expansions that potentially link to unknown phenotypes existing in dog breeds. *BMC Genomics*, 24, 302. DOI:10.1186/s12864-023-09390-6/.

16 Radko, A., Podbielska, A. (2021). Microsatellite DNA Analysis of Genetic Diversity and Parentage Testing in the Popular Dog Breeds in Poland. *Genes.*, 485. DOI:10.3390/genes12040485.

17 Luigi, L., Bionda, A Cortellari, M., Negro, A., Crepaldi, P.(2021). From phenotypical to genomic characterisation of the mannara dog: an italian shepherd canine resource. *Italian Journal of Animal Science; Bologna*, 20(1), 1431-1443. DOI:10.1080/1828051X.2021.1972852

18 Goleman, M., Balicki, I., Radko, A., Rozempolska-Rucińska, I., Zięba, G. (2021). Pedigree and Molecular Analyses in the Assessment of Genetic Variability of the Polish Greyhound. *Animals*, 11, 353. DOI:10.1080/1828051X.2021.1972852.

19 Перфильева, АВ, Беспалова, КБ, Кузовлева, ЕБ, Беспалов, СВ, Бегманова, МО, Абылкасымова, ГМ, Сейсенбаева, АС, Вишнякова, ОВ. (2024). Оценка генофонда собак породы тазы с использованием микросателлитного анализа. *Вестник Евразийского национального университета имени Л.Н. Гумилева. Серия Биологические наук*, 2, 58-68. DOI: 10.32523/2616-7034-2024-147-2-58-68.

20 Перфильева, АВ, Беспалова, КБ, Бегманова, МО, Кузовлева, ЕБ. (2024). Оценка генетического разнообразия собак казахской национальной породы Тобет южного региона Казахстана. *3i: intellect, idea, innovation*, 1, 58-67. DOI:10.52269/22266070_2024_1_58.

21 Perfilyeva, A., Bepalova, K., Bepalov, S., Begmanova, M., Kuzovleva, Y., Zhaniyazov, Zh., Vishnyakova, O., Nazarenko, I., Perfilyeva, Y., Khamdiyeva, O., Bekmanov, B. (2023). Kazakh national dog breed Tazy: *What do we know?* *PLOS ONE*, IF3.7. DOI: 10.1371/journal.pone.0282041.

22 Radko, A., Podbielska, A. (2021). Microsatellite DNA Analysis of Genetic Diversity and Parentage Testing in the Popular Dog Breeds in Poland. *Genes*, 12(4), 485. DOI:10.3390/genes12040485.

23 Radko, A., Rubiś, D., Szumiec, A. (2017). Analysis of microsatellite DNA polymorphism in the Tatra Shepherd Dog. *Indian Journal of Animal Research*, 46, 254-256. DOI:10.1080/09712119.2017.1292912.

24 Perfilyeva, A., Bepalova, K., Kuzovleva, Y., et al. (2024). Genetic diversity and origin of Kazakh Tobet Dogs. *Sci Rep*, 14, 23137. DOI:10.1038/s41598-024-74061-9.

25 Ye, J., Ren, D., Xie, A., et al. (2009). Microsatellite-based Genetic Diversity and Evolutionary Relationships of Six Dog Breeds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1102-1106. DOI: 10.5713/ajas.2009.80493.

26 Thai, QK, Nguyen, TT, Pham, HT. (2023). mtDNA haplotype network analysis: Exploring genetic relationships and diversity in dog haplogroups. *GSC Biol. Pharm. Sci.*, 24. DOI: 10.30574/gscbps.2023.24.1.0284.

27 Pedersen, NC, Pooch, AS, Liu, H. (2016). A genetic assessment of the English bulldog. *Canine Genet Epidemiol*, 3, 6. DOI:10.1186/s40575-016-0036-y.

References

- 1 Wayne, RK, von Holdt, BM. (2012). Evolutionary genomics of dog domestication. *Mamm Genome*, 23(1-2), 3-18. DOI: 10.1007/s00335-011-9386-7.
- 2 Larson, G., Karlsson, EK, Perri, A., Webster, MT, Ho, SY, Peters, J., Stahl, PW, Piper, PJ, Lingaas, F., Fredholm, M., Comstock, KE, Modiano, JF, Schelling, C., AgoulNIK, AI, Leegwater, PA, Dobney, K., Vigne, JD, Vilà, C., Andersson, L., Lindblad-Toh, K. (2012). Rethinking dog domestication by integrating genetics, archeology, and biogeography. *Proc Natl Acad Sci USA*, 109(23), 8878-83. DOI: 10.1073/pnas.1203005109.
- 3 Pedersen, NC, Liu, H., Leonard, A., Griffioen, L. (2015). A search for genetic diversity among Italian Greyhounds from Continental Europe and the USA and the effect of inbreeding on susceptibility to autoimmune disease. *Canine Genet Epidemiol*, 30: 2, 17. DOI: 10.1186/s40575-015-0030-9.
- 4 Lindblad-Toh, K., et al. (2005). Genome sequence, comparative analysis and haplotype structure of the domestic dog. *Nature*, 438(7069), 803-19. DOI: 10.1038/nature04338.
- 5 Savolainen, P., Zhang, YP, Luo, J., Lundeberg, J., Leitner, T. (2002). Genetic evidence for an East Asian origin of domestic dogs. *Science*, 298(5598), 1610-3. DOI: 10.1126/science.1073906.
- 6 Bannasch, D., et al. (2010). Canine genetic diversity and its relation to breed standards. *Animal Genetics*, 41(1), 60-64.
- 7 Sutter, NB, Bustamante, CD, Chase, K., Gray, MM, Zhao, K., Zhu, L., Padhukasahasram, B., Karlins, E., Davis, S., Jones, PG, Quignon, P., Johnson, GS, Parker, HG, Fretwell, N., Mosher, DS, Lawler, DF, Satyaraj, E., Nordborg, M., Lark, KG, Wayne, RK, Ostrander, EA. (2007). A single IGF1 allele is a major determinant of small size in dogs. *Science*, 316(5821), 112-5. DOI: 10.1126/science.1137045.
- 8 Oliveira, HR, Tomás, D., Silva, M., Lopes, S., Viegas, W., Veloso, MM. (2016). Genetic diversity and population structure in Vicia faba L. landraces and wild related species assessed by nuclear SSRs. *PloSone*, 11(5), e0154801.
- 9 Fadhil, M., Zülkadir, U., Aytekin, İ. (2018). Genetic Diversity in Farm Animals. *Elixir Horm. Signal*, 50032-50037.
- 10 Vonholdt, BM, Pollinger, JP, Lohmueller, KE, Han, E., Parker, HG, Quignon, P., Degenhardt, JD, Boyko, AR, Earl, DA, Auton, A., Reynolds, A., Bryc, K., Brisbin, A., Knowles, JC, Mosher, DS, Spady, TC, Elkahoul, A., Geffen, E., Pilot, M., Jedrzejewski, W., Greco, C., Randi, E., Bannasch, D., Wilton, A., Shearman, J., Musiani, M., Cargill, M., Jones, PG, Qian, Z., Huang, W., Ding, ZL, Zhang, YP, Bustamante, CD, Ostrander, EA, Novembre, J., Wayne, RK. (2010). Genome-wide SNP and haplotype analyses reveal a rich history underlying dog domestication. *Nature*, 464(7290), 898-902. DOI: 10.1038/nature08837.
- 11 Knierim, U., et al. (2003). Genetic structure and differentiation in the domestic dog: Evidence for spatial and temporal variation. *Molecular Ecology*, 12(6), 1765-1777.
- 12 Olschewsky, A., Hinrichs, D. (2021). An Overview of the Use of Genotyping Techniques for Assessing Genetic Diversity in Local Farm Animal Breeds. *Animals (Basel)*, 11(7), 2016. DOI: 10.3390/ani11072016.
- 13 Koskinen, MT. (2003). Individual assignment using microsatellite DNA reveals unambiguous breed identification in the domestic dog. *Anim Genet.*, 34(4), 297-301. DOI: 10.1046/j.1365-2052.2003.01005.x
- 14 Gagliardi, R., Llambí, S., García, C., Arruga, MV. (2011). Microsatellite characterization of Cimarron Uruguayo dogs. *Genet Mol Biol.*, 34(1), 165-8. DOI: 10.1590/S1415-47572010005000101.
- 15 Li, Z., Wang, Z., Chen, Z., et al. (2023). Systematically identifying genetic signatures including novel SNP-clusters, nonsense variants, frame-shift INDELs, and long STR expansions that potentially link to unknown phenotypes existing in dog breeds. *BMC Genomics*, 24, 302. DOI:10.1186/s12864-023-09390-6/.
- 16 Radko, A., Podbielska, A. (2021). Microsatellite DNA Analysis of Genetic Diversity and Parentage Testing in the Popular Dog Breeds in Poland. *Genes*, 12, 485. DOI:10.3390/genes12040485.

- 17 Luigi, L., Bionda, A., Cortellari, M., Negro, A., Crepaldi, P. (2021). From phenotypical to genomic characterisation of the mannara dog: an italian shepherd canine resource. *Italian Journal of Animal Science; Bologna*, 20(1), 1431-1443. DOI:10.1080/1828051X.2021.1972852.
- 18 Goleman, M., Balicki, I., Radko, A., Rozempolska-Rucińska, I., Zięba, G. (2021). Pedigree and Molecular Analyses in the Assessment of Genetic Variability of the Polish Greyhound. *Animals*, 11, 353. DOI:10.1080/1828051X.2021.1972852.
- 19 Perfilova, AV, Bepalova, KB, Kuzovleva, EB, Bepalov, SV, Begmanova, MO, Abylkassymova, GM, Seisenbaeva, AS, Vishnyakova, OV. (2024). Assessment of the gene pool of dogs of the Taza breed using microsatellite analysis. Bulletin of the L.N. Gumilyov Eurasian National University. *Biological Sciences series*, 2(147), 58-68. DOI: 10.32523/2616-7034-2024-147-2-58-68.
- 20 Perfilova, AV, Bepalova, KB, Begmanova, MO, Kuzovleva, EB. (2024). Assessment of the genetic diversity of dogs of the Kazakh national Tobet breed in the southern region of Kazakhstan. *3i: intellect, idea, innovation*, 1, 58-67. DOI:10.52269/22266070_2024_1_58.
- 21 Perfilova, A., Bepalova, K., Bepalov, S., Begmanova, M., Kuzovleva, Y., Zhaniyazov, Zh., Vishnyakova, O., Nazarenko, I., Perfilova, Y., Khamdiyeva, O., Bekmanov, B. (2023). Kazakh national dog breed Tazy: *What do we know?* *PLOS ONE*, IF3.7. DOI: 10.1371/journal.pone.0282041.
- 22 Radko, A., Podbielska, A. (2021). Microsatellite DNA Analysis of Genetic Diversity and Parentage Testing in the Popular Dog Breeds in Poland. *Genes*, 12(4), 485. DOI:10.3390/genes12040485.
- 23 Radko, A., Rubiś, D., Szumiec, A. (2017). Analysis of microsatellite DNA polymorphism in the Tatra Shepherd Dog. *Indian Journal of Animal Research*, 46, 254-256. DOI:10.1080/09712119.2017.1292912.
- 24 Perfilova, A., Bepalova, K., Kuzovleva, Y., et al. (2024). Genetic diversity and origin of Kazakh Tobet Dogs. *Sci Rep*, 14, 23137. DOI:10.1038/s41598-024-74061-9.
- 25 Ye, J., Ren, D., Xie, A., et al. (2009). Microsatellite-based Genetic Diversity and Evolutionary Relationships of Six Dog Breeds. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 1102-1106. DOI:10.5713/ajas.2009.80493.
- 26 Thai, QK, Nguyen, TT, Pham, HT. (2023). mtDNA haplotype network analysis: Exploring genetic relationships and diversity in dog haplogroups. *GSC Biol. Pharm. Sci.*, 24. DOI:10.30574/gscbps.2023.24.1.0284.
- 27 Pedersen, NC, Pooch, AS, Liu, H. (2016). A genetic assessment of the English bulldog. *Canine Genet Epidemiol*, 3, 6. DOI:10.1186/s40575-016-0036-y.

Ұлттық ит тұқымдарының генетикалық әртүрлілігі және құрылымы

Абылкасымова Г.М., Төлебаева А.Д., Мить Н.В., Сейсенбаева А.С., Жаксылыкова А.А.

Түйін

Генетикалық әртүрлілік кез-келген популяцияның бейімделу әлеуетін, денсаулығын және өмір сүруін қамтамасыз ететін негізгі фактор болып табылады. Генетикалық әртүрліліктің жоғарғы деңгейі популяциялардың, соның ішінде үй жануарларының тұрақты дамуына негіз бола алады. Бұл жұмыста әртүрлі ұлттық ит тұқымдарының популяциялық құрылымының генетикалық зерттеулері қарастырылған және генетикалық әртүрлілік деңгейіне әсер ететін негізгі заңдылықтар мен факторлар қарастырылған. Шолуда генетикалық талдаудың заманауи әдістерін қолдану арқылы алынған мәліметтер, соның ішінде байқалатын және күтілетін гетерозиготалықты бағалау, сондай-ақ популяциялардағы генетикалық өзгергіштік дәрежесін егжей-тегжейлі бағалауға мүмкіндік беретін инбридинг коэффициенттерін есептеу берілген. Сондай-ақ, жұмыста қазақтың ұлттық тазы және төбет ит тұқымдарының басқа белгілі тұқымдармен генетикалық құрылымына салыстырмалы талдау жасалды. Тұқым қуалайтын аурулардың қаупінің жоғарылауына және бейімделудің төмендеуіне әкелетін тарихи оқшаулану, селекциялық тәжірибе және тұқымдар санының азаюының нәтижесінде туындайтын генофондтың

шектеулену мәселелері қарастырылады. Бақыланатын шағылыстырулар, инбридинг және сирек кездесетін генетикалық линияларды сақтау арқылы генофондты кеңейту стратегиялары талқыланып, тиімді және тұрақты селекцияға арналған тәсілдер мен ұсыныстар ұсынылады. Генетикалық зерттеулердің нәтижелері биологиялық әртүрлілікті сақтау үшін өте маңызды және оларды ветеринария мен селекцияда қолдануға болады. Бұл нәтижелер тұқымды тиімді өсіру мен сақтау бағдарламаларын әзірлеуге елеулі үлес қосады, себебі олар сыртқы стресс факторларына төзімділікті арттыруға, генетикалық ақаулардың ықтималдығын азайтуға және ұлттық ит тұқымдарының бірегей генетикалық ресурстарын ұзақ мерзімді сақтауға мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: генетикалық әртүрлілік; инбридинг; ұлттық ит тұқымдары; селекция; тұқымды сақтау.

Genetic diversity and structure of national dog breeds

Gulnur M. Abylkasymova, Anar D. Tolebaeva, Natalya V. Mit, Akerke S. Seisembaeva,
Assel A. Zhaxsylyskova

Abstract

Genetic diversity is a key factor in ensuring the health, adaptive potential, and survival of any population. High genetic diversity provides the foundation for the sustainable development of populations, including domestic animals. This paper reviews genetic studies of the population structure of various national dog breeds, focusing on the main patterns and factors affecting the level of genetic diversity. The review presents data obtained using modern genetic analysis methods, including the assessment of observed and expected heterozygosity, as well as the calculation of inbreeding coefficients, which allows for a detailed assessment of the degree of genetic variability in populations. The paper also provides a comparative analysis of the genetic structure of the Kazakh national dog breeds Tazy and Tobet with other well-known breeds. The problems associated with a limited gene pool that arise as a result of historical isolation, breeding practices and a reduction in the number of breeds, which leads to an increased risk of hereditary diseases and reduced adaptability, are considered. Strategies for expanding the gene pool through controlled crossbreeding, avoiding inbreeding, and preserving rare genetic lines are discussed, and approaches and recommendations for effective and sustainable breeding are proposed. The results of genetic research are important for the conservation of biological diversity and can be applied in both veterinary medicine and breeding. They make a significant contribution to the development of effective breeding and conservation programs, allowing for increased resistance to external stress factors, a reduced likelihood of genetic defects, and long-term preservation of the unique genetic resources of national dog breeds.

Keywords: genetic diversity; inbreeding; national dog breeds; breeding; breed conservation.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2 (125). - Р. 184-196. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1953

УДК 579.222.2+579.26

Исследовательская статья

Совместное применение гуминовых удобрений и углекислого газа для улучшения роста огурцов

Казанкапова М.К.^{1,2,3} , Касенова Ж.М.^{1,2} , Ермағамбет Б.Т.^{1,2} , Болат А.К.⁴ ,
Кадырбаева Г.Р.⁴ , Ордабаева С.Р.² , Малгаждарова А.Б.^{1,2} , Кожамуратова У.М.^{1,2} 

¹ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан,

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

³Казахский университет технологии и бизнеса имени К.Кулажанова, Астана, Казахстан,

⁴Специализированный лицей №82 «Дарын», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Казанкапова М.К.: maira_1986@mail.ru

Соавторы: (1: ЖК) zhanar_k_68@mail.ru; (2: БТ) bake.yer@mail.ru; (3: АБ) coaltech@bk.ru;
(4: ГК) akshekina11@gmail.com; (5: СО) ordabayeva_saltanat@mail.ru;
(7: АМ) malgazhdarova.ab@mail.ru; (8: УК) kozhamuratova.u@mail.ru

Получено: 18-04-2025 **Принято:** 23-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. Глобальное потепление, вызванное выбросами парниковых газов, таких как углекислый газ (CO₂) и метан (CH₄), является серьезной экологической проблемой. Для решения этой экологической проблемы в настоящее время необходимы методы, сочетающие сокращение выбросов парниковых газов и повышение эффективности сельского хозяйства. Масштабное использование ископаемого топлива вносит значительный вклад в увеличение выбросов CO₂ в атмосферу: в настоящее время ежегодные выбросы достигают 3200-3600 миллионов тонн. Целью данной научно-исследовательской работы было изучение влияния гуминовых удобрений, обработанных диоксидом углерода, на рост и развитие огурца сорта «Атлантис F1» и инновационного метода утилизации CO₂ с использованием гуминовых веществ (ГВ).

Материалы и методы. В ходе исследований удобрение было получено путем насыщения гуминовых веществ, выделенных из окисленного бурого угля, газом CO₂ в лабораторной установке. Затем были приготовлены три различных раствора гумата калия (чистый, раствор, насыщенный CO₂, и осадок, насыщенный CO₂) в концентрации 0,1% и проведен эксперимент по выращиванию огурцов в условиях теплицы. Контролировались скорость роста, количество листьев, цветение и устойчивость растений к жаре.

Результаты. Исследование показало, что гуминовое удобрение, насыщенное углекислым газом, оказало положительное влияние на быстрое прорастание огурцов и рост листьев и цветов. В частности, наиболее эффективные результаты показало удобрение из шлама, насыщенного диоксидом углерода.

Закключение. Целью данного исследования является изучение синергетического воздействия гуминовых веществ и CO₂ на рост растений с целью внести вклад в устойчивые методы ведения сельского хозяйства, которые могут удовлетворить острую потребность в эффективных стратегиях управления выбросами углерода.

Ключевые слова: глобальное потепление: утилизация углекислого газа; гуминовые вещества; тепличное выращивание; рост огурцов; сельское хозяйство.

Введение

За последние три тысячелетия промышленные отходы привели к образованию различных газов, наносящих большой ущерб здоровью и окружающей среде. Одним из самых опасных для окружающей среды являются парниковые газы. В последние годы углекислый газ (CO_2) и другие парниковые газы привлекли внимание Организацию Объединенных Наций (ООН). При сжигании ископаемого топлива на энергетических установках и в химической промышленности выделяются парниковые газы, включая углекислый газ (CO_2), метан (CH_4), гидрофторуглероды, оксид азота (N_2O) и водяной пар [1].

Изменение климата оказывает разнообразное воздействие на здоровье человека, включая изменения погодных условий, распространение заболеваний и социальные волнения [2].

Увеличение выбросов парниковых газов связано с ростом числа заболеваний, в том числе инфекционных [3]. Основными источниками выбросов парниковых газов являются предприятия электроэнергетики и транспорт. Угольные электростанции вносят значительный вклад, составляя 20% от общих выбросов. Вырубка лесов и изменения в почвах также способствуют выбросам углекислого газа и метана [4]. Потери метана, особенно из угольных шахт, являются значительным фактором увеличения концентрации парниковых газов [5], при этом 33% приходится на производство и транспортировку [6].

С промышленной точки зрения наибольшее количество парниковых газов выбрасывается нефтехимической промышленностью, а также такими отраслями, как производство стали, цемента, аммиака и извести [7].

Современные методы поглощения CO_2 , такие как очистка аминами, позволяют получать почти чистый CO_2 . Для снижения выбросов CO_2 в атмосферу необходимо его дальнейшее использование или хранение. Гуминовые кислоты могут быть перспективной альтернативой. Они представляют собой сложную смесь различных кислот с карбоксильными и фенолатными группами, устойчивую к дальнейшему биоразложению. Гуминовые кислоты действуют как полиэлектролиты/полиамфолиты с ароматическим ядром на основе полифенолов или хинонов, имея функциональные боковые структуры, содержащие карбоксильные, фенольные и карбонильные группы, а также фрагменты сахаров и пептидов.

Гуминовые вещества – это стабильная совокупность органических соединений, образующихся в почве из растительных и животных остатков в результате биологических и биохимических процессов. Под действием микроорганизмов гуминовые вещества превращаются в соединения углерода (карбонаты), азота (нитраты) и фосфора (фосфаты). Эти вещества хорошо растворяются в воде, что позволяет растениям легко усваивать их в качестве питательных элементов. Остатки растений и животных, оседая на поверхности почвы, постепенно растворяются и смешиваются с почвой, повышая ее плодородие. Качество гуминовых веществ зависит от состава исходных растительных и животных отходов, а также от типа биологических и биохимических процессов.

Экспериментально установлено, что гуминовые кислоты составляют от 20 до 70 мас. % органической массы торфа в зависимости от его типа (увеличивается при переходе от верхового к низинному) и принадлежности к определенной группе (наибольшее содержание гуминовых кислот у древесных торфов). В углях содержание гуминовых кислот варьируется еще шире, в зависимости от природы углей и степени их окисленности. Максимальное содержание гуминовых кислот (до 83 мас. %) наблюдается в глубокоокисленных бурых и выветрившихся углях [8, 9].

Схема общей структуры показана на рисунке 1.

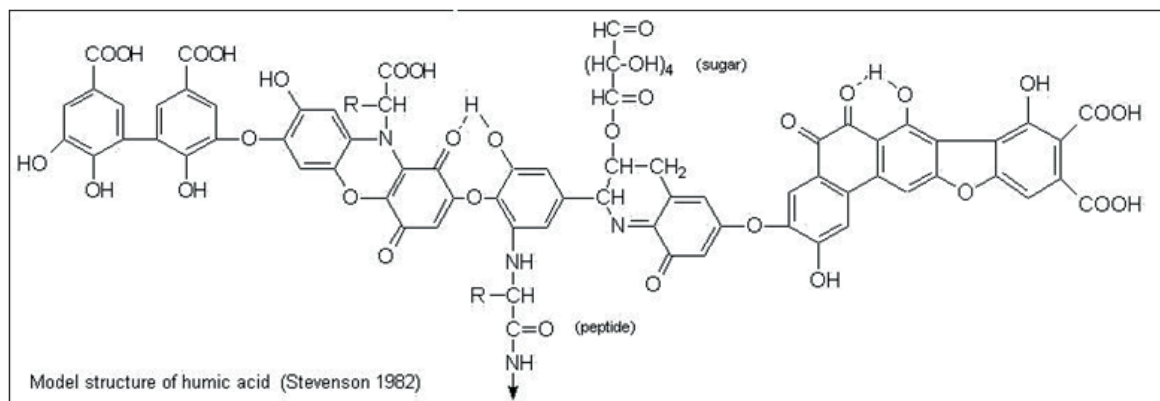


Рисунок 1 – Структура образца гуминовой кислоты по Стивенсону (1982) [10]

Гуминовые вещества повышают проницаемость клеточных мембран, способствуя проникновению в клетку азота, фосфора, калия, железа и повышая устойчивость растений к неблагоприятным условиям (пестициды, морозы, засуха, высокая соленость). Доказано, что гуминовые вещества усиливают интенсивность фотосинтеза и дыхания растений, а также белковый и фосфорный обмен. Фульвокислоты играют ключевую роль в транспорте микроэлементов и питательных веществ из почвы к растениям, облегчая их усвоение. Гуминовые удобрения могут снизить использование химических удобрений до 70% [11, 12].

Гуминовые вещества привлекли внимание благодаря своему потенциалу в секвестрации углерода, то есть в процессе захвата и хранения атмосферного CO_2 . Их способность связывать углерод в значительной степени обусловлена сложной структурой, включающей различные функциональные группы, такие как карбоксильные, фенольные и гидроксильные группы. Эти группы могут взаимодействовать с углеродными молекулами, эффективно иммобилизируя их в почвенной матрице.

Секвестрация CO_2 с помощью гуминовых веществ происходит через несколько механизмов. Во-первых, они способствуют физической стабилизации органического углерода в почвах, способствуя образованию почвенных агрегатов. Эта физическая защита снижает доступность углерода для разлагателей, тем самым продлевая его время пребывания в почве. Во-вторых, гуминовые вещества могут химически связывать CO_2 через процессы сорбции, когда молекулы CO_2 поглощаются на поверхности гуминовых частиц.

Учитывая эти возможности, гуминовые вещества представляют собой перспективный природный инструмент для повышения углеродного запаса в почвах и снижения уровня атмосферного CO_2 . Их широкая доступность и многофункциональные свойства делают их привлекательным вариантом для устойчивых методов управления углеродом [13].

Целью данного исследования является получение образцов гуминовых веществ, обработанных диоксидом углерода, проявляющих ростостимулирующую активность, и изучение их влияния на рост и развитие огурцов сорта «Atlantis F1».

Задачами исследования являются получение образцов гуминовых веществ, обработанных углекислым газом при различных условиях, и их характеристика; оценка ростостимулирующей активности образцов гуминовых веществ, обработанных углекислым газом, на примере овощной культуры огурцов сорта «Atlantis F1».

Актуальность работы заключается в решении двух значимых задач современного сельского хозяйства и экологии: утилизация диоксида углерода (CO_2) и повышение эффективности сельскохозяйственных удобрений. Диоксид углерода является одним из основных парниковых газов, способствующих глобальному изменению климата. Снижение его концентрации в атмосфере является важной задачей для смягчения климатических изменений. Одним из инновационных методов утилизации CO_2 является его поглощение гуминовыми веществами.

В данном исследовании рассматривается применение гуматов, насыщенных углекислым газом, для стимуляции роста огурцов сорта «Atlantis F1». Этот сорт огурцов был выбран за свои

высокие показатели урожайности и устойчивости к заболеваниям. Полученные результаты могут быть полезны для разработки новых методов повышения эффективности сельскохозяйственного производства, что особенно актуально в условиях растущих потребностей в продовольствии и изменения климата.

Кроме того, использование гуматов, насыщенных CO_2 , способствует решению проблемы утилизации выбросов от тепловых электростанций, которые являются значительным источником углекислого газа. Эти методы могут значительно уменьшить выбросы и превратить углекислый газ в ценные сельскохозяйственные продукты, тем самым улучшая экологическую ситуацию и повышая эффективность сельского хозяйства.

Материалы и методы

Методики получения гуматов. В Казахстане, в сотрудничестве ТОО «Институт химии угля и технологии» с ТОО «НПО Казтехноуголь», разработана инновационная технология производства высококачественного экологически чистого гумусового органоминерального удобрения из окисленного бурого угля. Полученный продукт, высококонцентрированный жидкий раствор, назван «Казуглегумус» (рисунок 2).



Рисунок 2 – Удобрение «Казуглегумус»

Удобрение «Казуглегумус» предназначено для всех видов культур и типов почв и рекомендуется на всех этапах роста растений, от посадки семян до обработки почвы после сбора урожая. Основные активные компоненты включают более 60% гуминовых кислот и более 2% фульвокислот, которые стимулируют развитие корневой системы и надземной части растений. Удобрение также содержит макро- и микроэлементы: азот, фосфор, калий, кальций, магний, марганец, кремний и другие вещества. Химический состав удобрения и преимущества приведены в таблицах 1 и 2.

Преимущества «Казуглегумус»:

- совместимость с агрохимическими препаратами, другими удобрениями и биопрепаратами;
- простота использования и экономичность;
- отсутствие тяжелых металлов и вредных веществ.

Таблица 1 – Элементный состав удобрения «Казуглегумус»

Содержание элементов на сухое вещество, мас. %									
C	O	Na	Mg	Al	Si	S	K	Fe	F
35,95	30,16	0,44	0,25	8,57	1,12	0,14	21,05	1,47	0,84

Таблица 2 – Характеристики удобрения «Казуглеумус»

Наименование показателей, единица измерения	Нормы нормативных документов	Фактические показатели	Нормативные документы для методов испытаний
Внешний вид, цвет	Жидкость от темно-коричневого до черного цвета	Темно-коричневая жидкость	ГОСТ 9097-82
Водородный показатель, pH	11,6	11,6	ГОСТ 27979-88
Массовая доля гуминовых кислот (по сухому веществу), не менее, %	54,86	56	ГОСТ 9517-94

Для исследования использовался гумат калия «Казуглеумус» в концентрации 0,1%. Были приготовлены три различных образца:

1. Гумат калия (0,1%).
2. Гумат калия, насыщенный углекислым газом в растворе (0,1%).
3. Гумат калия, насыщенный углекислым газом в виде осадка (0,1%).

Методики получения продуктов, содержащих диоксид углерода. Поглощение углекислого газа гуминовыми удобрениями проводилось на специальной лабораторной установке (рисунок 3). Углекислый газ подавался из баллона при концентрации 13%, что соответствует содержанию дыма от тепловых электростанций (10–15%). После насыщения углекислым газом образовались раствор и осадок, из которых были приготовлены растворы с концентрацией 0,1%.

Углекислый газ может реагировать с гуматом калия следующим образом [14]:

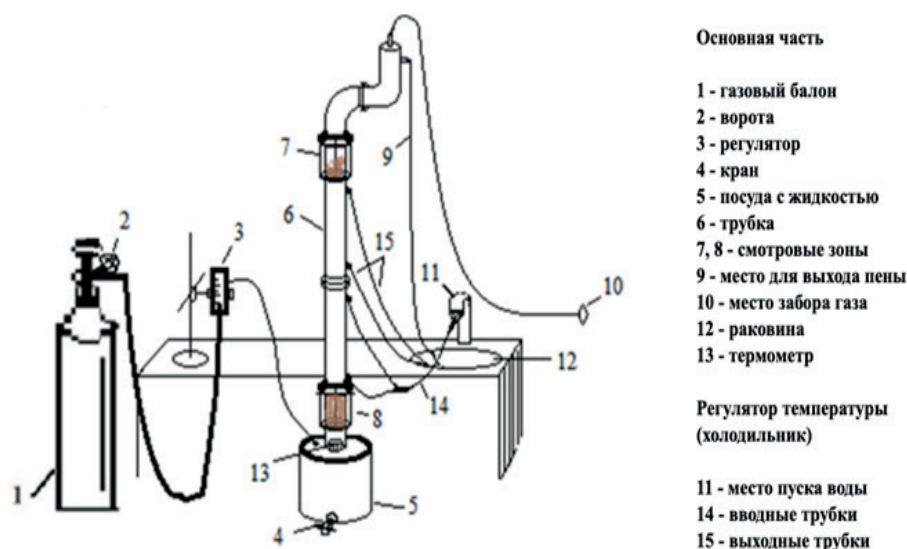
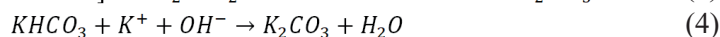
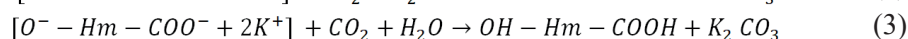
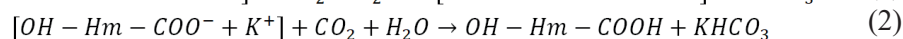
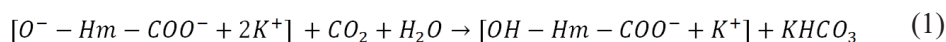


Рисунок 3 – Установка поглощения углекислого газа (CO₂) удобрением «Казуглеумус»

Методики характеристики продуктов. Показатель кислотности (pH) растворов измеряли с помощью специального прибора, результаты представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Значения pH растворов

№	Наименование	pH
1	Гумат калия (0,1%)	6,53
2	Гумат калия + CO ₂ (раствор) (0,1%)	5,93
3	Гумат калия + CO ₂ (осадок) (0,1%)	6,67

Методика проведения испытания с семенами. Проведен эксперимент с использованием 0,1% раствора гумата калия до и после поглощения углекислого газа, а также чистой воды в качестве контрольного образца. Для анализа использовались семена огурца обыкновенного (*Cucumis sativus* L.) сорта «Atlantis F1».

Сорт «Atlantis F1» является ранним гибридом с преимущественно женским типом цветения. Плоды однородные, темно-зеленого цвета, не горькие, длиной 10-12 см, с хорошим соотношением длины и толщины, что делает этот гибрид идеальным для маринования и консервирования. Период от всходов до плодоношения составляет 46-52 дня.

1. Высадка семян: семена были посажены в почву, увлажнены водой и накрыты пленкой до появления ростков.
2. Уход за почвой: влажность почвы поддерживалась на оптимальном уровне, особенно на солнце. При подсыхании почва увлажнялась с помощью сеялки.
3. Удобрение: раз в неделю растения обрабатывались удобрениями №1, №2, №3. Обеспечивался одинаковый объем растворов для всех ячеек.
4. Наблюдение за ростом: записывались данные о появлении первых ростков, количество проросших семян, рост растений измерялся линейкой.
5. Пересадка: через месяц растения пересаживались в более крупные горшки.
6. Запись изменений: отмечалось появление листьев, бутонов и цветов, полив проводился водой (ячейка №0) и соответствующим удобрением (ячейки №1, №2, №3).
7. Наблюдение за цветением: отмечалось количество цветков в каждой ячейке.
8. Анализ почвы: анализировалась исходная и использованная почва в конце эксперимента.
9. Заключение: подготовка заключения по результатам исследования.

Результаты и обсуждение

Результаты показали, что первые всходы семян огурцов появились через неделю в ячейках №2 (гумат калия + CO₂ (раствор) 0,1%) и №3 (гумат калия + CO₂ (осадок) 0,1%), что указывает на благоприятное влияние углекислого газа на ранний рост растений. В двух других ячейках ростки появились через 10 дней. Ячейка №2 показала наибольшую длину ростка – 110 см, за ней следует ячейка №3 с результатом 106 см. На основе полученных данных построена диаграмма (рисунок 4).

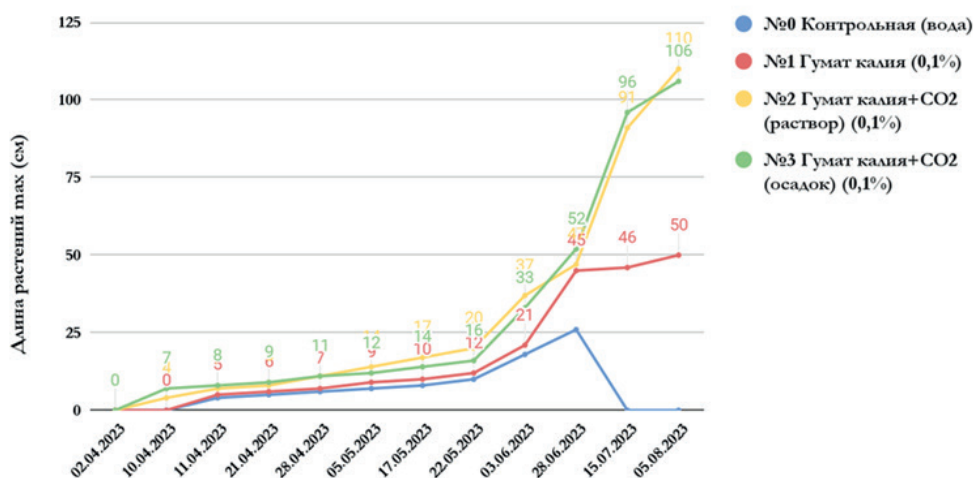


Рисунок 4 – Динамика роста огурцов сорта «Atlantis F1» под действием гумата калия и CO₂

Таблица 4 – Результаты наблюдений

Последовательность наблюдений	Дата	Контрольная (вода)	№1 Гумат калия (0,1%)	№2 Гумат калия+CO ₂ (раствор) (0,1%)	№3 Гумат калия+CO ₂ (осадок) (0,1%)
1	02.04.2023	Семена заложены	Семена заложены	Семена заложены	Семена заложены
2	10.04.2023	-	-	4 см	7 см
3	11.04.2023	4 см	5 см	7 см	8 см
4	13.04.2023	Все семена проросли	Проросли в 4-х ячейках	Проросли в 6-ти ячейках	Проросли в 6-ти ячейках
5	21.04.2023	5 см	6 см	8 см	9 см
6	28.04.2023	6 см	7 см	11 см	11 см
7	05.05.2023	7 см	9 см	14 см	12 см
8	17.05.2023	8 см	10 см	17 см	14 см
9	22.05.2023	10 см	12 см	20 см	16 см 1 цветок
10	03.06.2023	№1-18 см №2-17 см	№1-12 см №2-21 см	№1-30 см №2-37 см 1 цветок	№1-33 см №2-31 см 3 цветка
11	28.06.2023	№1-26 см №2-17 см 6 цветков 9 листьев Л _{max} =9 см	№2-45 см 6 цветков 9 листьев Л _{max} =8 см	№1-35 см №2-47 см 6 цветков 22 листка Л _{max} =13 см	№1-52 см №2-35 см 10 цветков 23 листка Л _{max} =12 см
12	15.07.2023	Засохли	№2-46 см 6 цветков 13 листьев Л _{max} =10 см Л _{min} =5 см	№1-35 см №2-91 см 10 цветков 25 листьев Л _{max} =13 см Л _{min} =3 см	№1-96 см №2-38 см 12 цветков 26 листьев Л _{max} =13 см Л _{min} =3 см
13	05.08.2023	Засохли	№2 - 50 см 7 цветков 15 листьев Л _{max} =10 см Л _{min} =5 см	№1-41 см №2-110 см №1-2 цветков №2-8 цветков №1-6 листьев №2-15 листьев Л _{max} =13 см Л _{min} =3 см	№1-106 см №1-8 цветков №1-16 листьев Л _{max} =11 см Л _{min} =4 см

Результаты эксперимента по выращиванию огурцов сорта «Atlantis F1» с использованием различных удобрений показали значительные различия в росте и развитии растений.

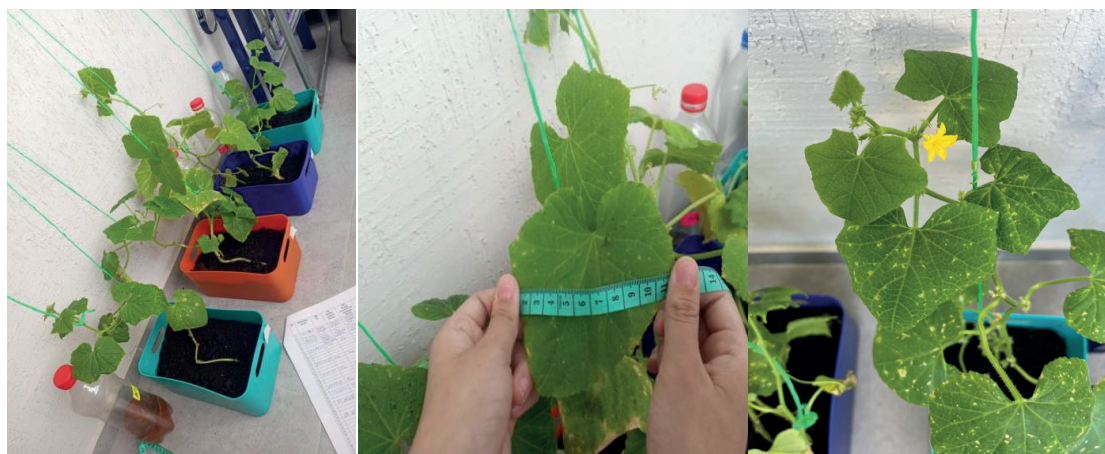


Рисунок 5 – Результаты эксперимента по выращиванию огурцов сорта «Atlantis F1»

Хронология ключевых событий:

22 мая 2023 года в ячейке №3 (гумат калия + CO₂ (осадок) 0,1%) появился первый цветок, что свидетельствует о более раннем начале цветения при использовании данного удобрения. 1 июня огурцы были перемещены в теплицу, но из-за экстремально высокой температуры (43 °C) 3 июня растения погибли. После этого эксперимент был продолжен на балконе.

К 28 июня 2023 года наблюдалась следующая картина цветения:

Ячейка №3 (гумат калия + CO₂ (осадок) 0,1%): 10 цветков.

Ячейки №0 (вода), №1 (гумат калия 0,1%), №2 (гумат калия + CO₂ (раствор) 0,1%): по 6 цветков.

Анализ листового аппарата выявил следующее:

- Ячейка №3: 23 листа, максимальный размер 12 см.
- Ячейка №2: 22 листа, максимальный размер 13 см.
- Ячейка №1: 9 листьев, максимальный размер 8 см.
- Ячейка №0: 9 листьев, максимальный размер 9 см.

Эти данные подтверждают положительное влияние удобрений, насыщенных углекислым газом, на развитие листового аппарата.

15 июля 2023 года, при температуре 35-40 °C, огурцы в ячейке №1 засохли, демонстрируя низкую устойчивость к жаре. Растения в ячейках №2 и №3 показали наибольшую устойчивость к высоким температурам, увеличив количество цветков до 10 и 12 цветков, количество листьев в ячейках №2 и №3 также увеличилось.

Анализ листового аппарата на 15 июля 2023 года:

- Ячейка №3: 26 листьев, максимальный размер 13 см.
- Ячейка №2: 25 листьев, максимальный размер 13 см.
- Ячейка №1: 13 листьев, максимальный размер 10 см.

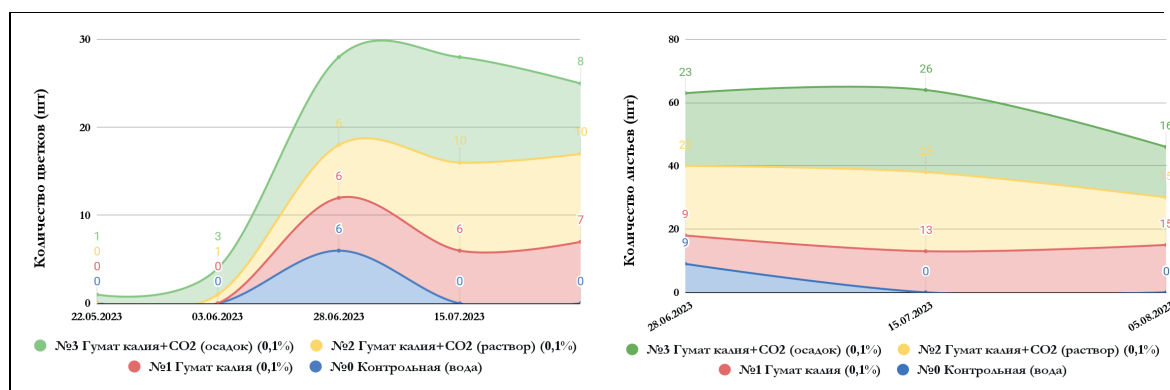


Рисунок 6 – Сравнение количества цветков и листьев огурцов при использовании различных видов гуминовых удобрений

20 июля 2023 года в ячейке №3 был замечен первый огуречный узел, что указывает на более раннее начало плодоношения. Впоследствии плоды начали формироваться в ячейках №2 и №1.

Эксперимент показал, что удобрения на основе гумата калия, обогащенные CO_2 , особенно в форме осадка (ячейка №3), оказывают наиболее благоприятное воздействие на рост и развитие огурцов сорта «Atlantis F1». Растения, обработанные этими удобрениями, демонстрировали более раннее цветение, лучшее развитие листового аппарата, более высокую устойчивость к жаре и более раннее плодоношение. Эти результаты свидетельствуют о потенциале использования гуминовых веществ, обогащенных CO_2 , для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

Для подтверждения достоверности выявленных различий в росте и развитии растений, выращенных с использованием различных видов гуминовых удобрений, проведен статистический анализ собранных экспериментальных данных. В частности, по каждому параметру (длина стебля, количество листьев, количество цветков) были рассчитаны средние значения и стандартное отклонение. Полученные значения продемонстрировали меньшую дисперсию в опытных группах (№2 и №3), что указывает на стабильное положительное влияние удобрений, насыщенных CO_2 .

Для оценки статистической значимости различий между контрольной группой и опытными вариантами был применен t-критерий Стьюдента. В большинстве случаев различия оказались статистически значимыми ($p < 0.05$), особенно в отношении длины побегов и количества цветков, что подтверждает эффективность гуматов, насыщенных углекислым газом.

Таким образом, статистическая обработка результатов эксперимента подтверждает наблюдаемую тенденцию: гуминовые удобрения, особенно в виде осадка после насыщения CO_2 , оказывают выраженное стимулирующее действие на рост и развитие огурцов сорта «Atlantis F1».

Полученные результаты свидетельствуют о положительном влиянии гуминовых веществ на физиологическое состояние объекта исследования. Внесение гуматов способствовало активации метаболических процессов, что проявлялось в улучшении усвоения питательных элементов, стимуляции роста и повышении устойчивости к неблагоприятным условиям среды. Известно, что гуматы способны регулировать проницаемость клеточных мембран, активизировать ферментные системы, а также усиливать фотосинтетическую активность. Эти эффекты, в совокупности, приводят к улучшению общего физиологического статуса растений и восстановлению нарушенных почвенных функций. Таким образом, применение гуминовых соединений можно рассматривать как эффективный подход к биостимуляции и ремедиации, что подтверждается не только полученными данными, но и данными, представленными в ряде публикаций [2, 5, 6].

Заключение

В результате исследования было доказано, что гуминовые вещества, полученные из окисленного угля, оказывают значительное положительное влияние на рост и развитие огурцов сорта «Atlantis F1», а также способствуют эффективной утилизации углекислого газа (CO_2). Основные выводы и значимость полученных результатов можно выделить следующим образом:

Ускорение процесса прорастания: в ячейках №2 (гумат калия + CO_2 (раствор) 0,1%) и №3 (гумат калия + CO_2 (осадок) 0,1%) семена проросли быстрее, чем в контрольной ячейке и ячейке с гуматом калия без CO_2 . Это указывает на стимулирующее воздействие углекислого газа в составе удобрения на процесс начального роста растений.

Увеличение числа цветков и листьев: в ячейках с добавлением углекислого газа (№2 и №3) наблюдались более высокие показатели по количеству цветков и листьев по сравнению с другими ячейками. Наибольшее количество листьев зафиксировано в ячейке №3 (26 листьев), а цветков - также в ячейке №3 (12 цветков). Эти результаты свидетельствуют о том, что гуматы калия в сочетании с углекислым газом способствуют более интенсивному образованию биомассы.

Повышенная устойчивость к неблагоприятным условиям: растения, выращенные в ячейках с гуматом калия и CO_2 , показали высокую устойчивость к жарким климатическим условиям (35-40 °C) и периоду засухи, который достигал до 15 дней без полива. Такие стрессовые условия привели к гибели растений в контрольной группе, однако в ячейках №1, №2 и №3 растения продолжали развиваться и цвести. Это делает гуминовые удобрения перспективными для

применения в засушливых регионах с жарким климатом, таких как южные регионы Казахстана.

Влияние на урожайность: Помимо улучшения параметров роста, гуматы калия с углекислым газом способствовали формированию большего числа плодов. Это подчеркивает их роль не только как средств для улучшения устойчивости растений к стрессовым факторам, но и как важного элемента, повышающего общую урожайность.

Экологическая значимость: Использование гуминовых удобрений, обогащенных углекислым газом, способствует решению проблемы парникового эффекта, утилизируя CO_2 , который является основным парниковым газом. При этом использование таких удобрений может стать частью более широкого подхода к борьбе с изменением климата, так как они помогают сокращать выбросы CO_2 , одновременно улучшая агрономические показатели сельскохозяйственных культур.

Безопасность и эффективность: Гуминовые удобрения на основе окисленного угля, обогащенные K_2CO_3 и CO_2 , продемонстрировали не только высокую эффективность в улучшении роста растений, но и экологическую безопасность. Это натуральные органо-минеральные продукты, которые могут быть широко применены в сельском хозяйстве без ущерба для окружающей среды.

Проведенное исследование подтверждает, что гуминовые удобрения, обогащенные углекислым газом, являются перспективным и эффективным решением для повышения урожайности и устойчивости растений в сложных климатических условиях. Дальнейшие исследования в этом направлении могут привести к более широкому применению подобных удобрений в сельском хозяйстве, особенно в регионах, подверженных жаре и засухе, что, в свою очередь, будет способствовать улучшению экологической ситуации и повышению продовольственной безопасности.

Вклад авторов

МК, БТ и ЖК: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний анализ литературы, интерпретировали полученные данные и подготовили первоначальный вариант рукописи. АБ, ГК и СО: участвовали в постановке эксперимента, сборе и обработке экспериментальных данных. АМ и УК: провели критический анализ и окончательную редакцию рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о финансировании

Работа является результатом, полученным в ходе реализации проекта AP19679324 «Исследование и рекультивация нефтезагрязненных земель гуминовыми веществами», финансируемого в рамках грантового финансирования Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список литературы

- 1 Tan, Z. (2014). Air pollution and Greenhouse Gases. London: *Springer*, 320. DOI: 10.1007/978-981-287-212-8
- 2 Buhre, BJP, Elliott, LK, Sheng, CD, Gupta, RP, Wall, TF. (2005). Oxy-fuel combustion technology for coal-fired power generation. *Progress in Energy and Combustion Science*, 31(4), 283-307. DOI: 10.1016/j.pecs.2005.07.001.
- 3 Kou, Y., et al. (2006). Absorption and Capture of Methane into Ionic Liquid. *Journal of Natural Gas Chemistr*, 15, 282-286. DOI: 10.1016/S1003-9953(07)60007-3.
- 4 Dantas, T., et al. (2012). Separation of Carbon Dioxide from Flue Gas Using Adsorption on Porous Solids. Greenhouse gases: capturing, utilization and reduction. *Croatia*, 57-80. DOI: 10.13140/2.1.2092.6404.
- 5 *About Coal Mine Methane*. (2024). U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/cmor/about-coal-mine-methane>
- 6 Chen, P. (2012) Absorption of Carbon Dioxide in a Bubble-Column Scrubber. Greenhouse gases: capturing, utilization and reduction. *Croatia*, 95-116. DOI: 10.5772/32049.

7 *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2011*. (2024). U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2011>

8 Раковский, ВЕ, Пигулевская, ЛВ. (1978). *Химия и генезис торфа*. М.: Наука, 231.

9 Камнева, АИ, Платонов, ВВ. (1990). *Теоретические основы химической технологии горючих ископаемых*. М.: Наука, 287.

10 Aguilar, F., et al. (2009). Chromium (III)-, iron (II)-and selenium-humic acid/fulvic acid chelate and supplemented humifulvate added for nutritional purposes to food supplements. *EFSA JOURNAL*, 1147, 1-36.

11 Ермағамбет, БТ, Нурғалиев, НУ, Касенова, ЖМ, Зикирина, АМ. (2016). Получение гуминового органоминерального удобрения из бурого угля. *Научный журнал*, 10(11), 14-16.

12 Попов, АИ. (2004). *Гуминовые вещества: свойства, строение, образование*. Под ред. Е.И. Ермакова. СПб.: Изд-во СПб.: 248.

13 Tang, Ch., Li, Y., Sun, J., Antonetti, M., Yang, F. (2021). Artificial humic substances enhance microbial activity for CO₂ sequestration. *iScience*, 24: 6, 102647. DOI: 10.1016/j.isci.2021.102647.

14 Spietz, T., Kazankapova, M., Dobras, S., Kassenova, Zh., Yermagambet, B., Khalimon, A., Stelmach, S. (2024). Characterization of humic acid salts and their use for reducing CO₂. *Minerals*, 14, 947. DOI: 10.3390/min14090947.

References

1 Tan, Z. (2014). Air pollution and Greenhouse Gases. London: *Springer*, 320. DOI: 10.1007/978-981-287-212-8_1.

2 Buhre, BJP, Elliott, LK, Sheng, CD, Gupta, RP, Wall, TF. (2005). Oxy-fuel combustion technology for coal-fired power generation. *Progress in Energy and Combustion Science*, 31(4), 283-307. DOI: 10.1016/j.pecs.2005.07.001.

3 Kou, Y., et al. (2006). Absorption and Capture of Methane into Ionic Liquid. *Journal of Natural Gas Chemistry*, 15, 282-286. DOI: 10.1016/S1003-9953(07)60007-3.

4 Dantas, T., et al. (2012). Separation of Carbon Dioxide from Flue Gas Using Adsorption on Porous Solids. Greenhouse gases: capturing, utilization and reduction. *Croatia*, 57-80. DOI: 10.13140/2.1.2092.6404.

5 *About Coal Mine Methane*. (2024). U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/cmop/about-coal-mine-methane>

6 Chen, P. (2012) Absorption of Carbon Dioxide in a Bubble-Column Scrubber Greenhouse gases: capturing, utilization and reduction. *Croatia*, 95-116. DOI: 10.5772/32049.

7 *Inventory of U.S. Greenhouse Gas Emissions and Sinks: 1990-2011*. (2024). U.S. Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/ghgemissions/inventory-us-greenhouse-gas-emissions-and-sinks-1990-2011>

8 Rakovskii, VE, Pigulevskaya, LV. (1978). *Khimiya i genezis torfa*. М.: Nauka, 231.

9 Kamneva, AI, Platonov, VV. (1990). *Teoreticheskie osnovy khimicheskoi tekhnologii goryuchikh iskopaemykh*. М.: Nauka, 287.

10 Aguilar, F., et al. (2009). Chromium (III)-, iron (II)-and selenium-humic acid/fulvic acid chelate and supplemented humifulvate added for nutritional purposes to food supplements. *EFSA JOURNAL*, 1147, 1-36.

11 Yermagambet, BT, Nurgaliev, NU, Kasenova, ZhM, Zikirina AM. (2016). Poluchenie guminovogo organomineralnogo udobreniya iz burogoulya. *Nauchnyi zhurnal*, 10(11), 14-16.

12 Popov, AI. (2004). *Guminovye veshchestva: svoystva, stroenie, obrazovanie*. Pod red. E.I. Ermakova. SPb.: Izd-vo S.-Peterb. un-ta, 248.

13 Tang, Ch., Li, Y., Sun, J., Antonetti, M., Yang, F. (2021). Artificial humic substances enhance microbial activity for CO₂ sequestration. *iScience*, 24: 6, 102647. DOI: 10.1016/j.isci.2021.102647.

14 Spietz, T., Kazankapova, M, Dobras, S., Kassenova, Zh., Yermagambet, B., Khalimon, A., Stelmach, S. (2024). Characterization of humic acid salts and their use for reducing CO₂. *Minerals*, 14, 947. DOI: 10.3390/min14090947.

Қиярдың өсуін жақсарту үшін гуминді тыңайтқыштар мен көмірқышқыл газын бірге қолдану

Казанкапова М.К., Касенова Ж.М., Ермағамбет Б.Т., Болат А.К.,
Кадырбаева Г.Р., Ордабаева С.Р., Малгаждарова А.Б., Кожамуратова У.М.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Көмірқышқыл газы (CO_2) және метан (CH_4) сияқты парниктік газдардың шығарындыларынан туындайтын жаһандық жылыну маңызды экологиялық мәселе. Бұл экологиялық мәселені шешу үшін қазіргі уақытта парниктік газдарды азайту мен ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыруды біріктіретін әдістер қажет болып табылады. Қазба отындарын ауқымды пайдалану атмосферадағы CO_2 -нің ұлғаюына айтарлықтай ықпал етеді, қазіргі кездегі жылдық шығарындылар 3200-3600 млн т жетеді. Осы зерттеу жұмысының мақсаты – көмірқышқыл газымен өңделген гуминді тыңайтқыштардың «Atlantis F1» қияр сортының өсуі мен дамуына әсерін және гуминдік заттарды (ГЗ) пайдалану арқылы CO_2 утилизациясының инновациялық тәсілін зерттеу болып табылды.

Материалдар мен әдістер. Зерттеу жұмысының барысында тотыққан қоңыр көмірден алынған гуминді заттарды зертханалық қондырғыда CO_2 газымен қанықтыру арқылы тыңайтқыш алынды. Кейін 0,1% концентрациядағы үш түрлі гумат калий ерітіндісі (таза, CO_2 -мен қаныққан ерітінді және CO_2 -мен қаныққан тұнба) дайындалып, жылыжай жағдайында қияр өсіру тәжірибесі жүргізілді. Өсімдіктердің өсу қарқыны, жапырақ саны, гүлденуі және ыстыққа төзімділігі бақылауға алынды.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижесінде көмірқышқыл газымен қаныққан гуминді тыңайтқыш қиярдың жылдам өнуіне, жапырақтары мен гүлдерінің көбеюіне оң ықпал етті. Өсіресе көмірқышқыл газымен қаныққан тұнба тыңайтқышы ең тиімді нәтижені көрсетті.

Қорытынды. Гуминді заттар мен CO_2 өсімдіктердің өсуіне синергетикалық әсерін зерттей отырып, бұл зерттеу көміртекті тиімді басқару стратегияларының шұғыл қажеттілігін шеше алатын, тұрақты ауылшаруашылық тәжірибелеріне үлес қосуға бағытталған.

Кілт сөздер: жаһандық жылыну; көмірқышқыл газын пайдалану; гуминді заттар; жылыжайда өсіру; қияр өсімі; ауыл шаруашылығы.

Combined application of humic fertilizers and carbon dioxide for improving cucumber growth

Maira K. Kazankapova, Zhanar M. Kassenova, Bolat T. Yermagambet, Aizere K. Bolat,
Gulzhakhan R. Kadyrbayeva, Saltanat R. Ordabayeva, Ainagul B. Malgazhdarova,
Ultugan M. Kozhamuratova

Abstract

Background and Aim. Global warming, driven by greenhouse gas emissions like carbon dioxide (CO_2) and methane (CH_4) poses a significant environmental challenge. Addressing this challenge requires strategies that simultaneously reduce greenhouse gas emissions and enhance agricultural efficiency. The large-scale use of fossil fuels contributes substantially to atmospheric CO_2 : current annual emissions reach 3,2-3,6 billion tons. This study aimed to investigate the effect of carbon dioxide treated humic fertilizers on the growth and development of "Atlantis F1" cucumbers, exploring an innovative method of CO_2 utilization using humic substances (HS).

Materials and Methods. A fertilizer was created by saturating humic substances, derived from oxidized brown coal with CO_2 gas, in a laboratory setting. Three 0.1% potassium humate solutions were then prepared: pure, CO_2 -saturated solution, and CO_2 -saturated sludge. An experiment was conducted on cucumber cultivation under greenhouse conditions. Plant growth rate, leaf number, flowering, and heat tolerance were monitored.

Results. The carbon dioxide-saturated humic fertilizer positively influenced cucumber germination, leaf growth and flower development. The CO₂ saturated sludge fertilizer exhibited the most pronounced effects.

Conclusion. This study explores the synergistic effects of humic substances and CO₂ on plant growth contributing to sustainable agricultural practices that address the need for effective carbon management strategies.

Keywords: global warming; carbon dioxide utilization; humic substances; greenhouse cultivation; cucumber growth; agriculture.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. -№ 2 (125). - Р. 197-208. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1959

УДК 636.03

Обзорная статья

Проблемы введения экономических индексов оценки КРС в Казахстане

Наурызбаев М.К. , Карымсаков Т.Н. , Муратов, А.А. , Бабаев Р.А. 

Казахский научно-исследовательский институт животноводства и кормопроизводства,
Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Наурызбаев М.К.: itismurat@yandex.ru

Соавторы: (1: ТК) kartalgat@mail.ru; (2: А.М) adilmuratov97@gmail.com;
(3: Р.А) kandidatru@mail.ru

Получено: 21-04-2025 **Принято:** 25-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Экономические индексы являются производными величинами от первичных селекционных индексов и признаков, а также от достаточно широкого набора характеристик животных и окружающей среды. Если селекционные индексы, определенные на основе оценок BLUP в Казахстане достаточно хорошо известны, то внедрение экономических индексов сразу сталкивается с рядом проблем, главная из которых заключается в недостаточной для формирования экономического индекса полноте характеристик животных, содержащихся в информационной системе ИАС, что подробно рассмотрено в данной работе. Работа также затрагивает другой аспект проблемы, связанный с отсутствием единого понимания терминологии, а также наличием существенного разрыва в понимании смысла индексных оценок специалистами и пользователями. На уровне фермеров индексные оценки часто воспринимаются как прямой прогноз продуктивности или, в случае экономических индексов, как прямая оценка потенциальной прибыли. Это создаёт трудности при восприятии действующих индексов с подтверждённой историей эффективности, которые представляются потребителям совсем неочевидными. Но большая часть индексов происходит от первичных индексов BLUP, смысл которых лежит даже не в биологии, а в фундаментальных свойствах случайных чисел, которые нужно просто принять. По этой причине в работе сделано небольшое погружение в основы теории построения селекционных индексов на базе математического аппарата BLUP. Наконец в работе приведён пример построения экономического индекса для КРС мясного направления, который интересен тем, что он построен на имеющихся в базе ИАС характеристиках животных и хозяйств в условиях дефицита необходимых данных, требуемых для полноценного экономического прогноза.

Ключевые слова: BLUP; КРС; порода; ИАС; индексные оценки; экономический индекс.

Введение

Индексные оценки сельскохозяйственных животных в Казахстане получают все более широкое распространение, о чем, в частности, свидетельствуют публикации отечественных авторов и опыт работы ряда крупных компаний и фермерских хозяйств. Исходя из этой информации можно видеть, что процесс внедрения индексных оценок происходит по нескольким сценариям, первый из которых состоит в том, что компания или хозяйство осуществляет локальный трансферт некоторой технологии, вместе с которой оно получает программное обеспечение для расчёта индексов, что иллюстрирует пример, описанный в [1, 2]. Второй путь состоит в передаче расчетов третьей стороне, здесь на выполнение расчетов иностранными партнёрами указывает просмотр полученных результатов, имеющих признаки выполнения расчёта в дальнем зарубежье. Наконец

существует путь системной индексации отечественных поголовий, включающий в себя все этапы построения индексов оценки.

Возникает вопрос о том, как соотносятся между собой оценки, полученные в перечисленных выше подходах. Локальный трансферт технологии, обычно ориентирован на использование локальных баз данных, то есть базы данных животных, находящихся в ведении компании. С другой стороны, в [1] описывается использование системы фирмы *Vytelle GrowSafe Systems* и в отношении оценок остаточного потребления корма (ОПК) говорится: «В настоящее время база данных *Vytelle GrowSafe Systems* имеет данные по 140 000 головам животных 24 пород и свыше 32 000 фенотипов ОПК», что явно не является ни локальной базой хозяйства, ни национальной базой РК и остается предполагать, что оценки здесь ведутся по внешней базе данных. Следующее предложение, по-видимому, уточняет ситуацию: «Данные казахстанских хозяйств, которые становятся частью системы *GrowSafe* и предоставляют данные по родословным за три поколения на каждое испытанное животное, что позволит системе получить исходные данные для сравнительной оценки при улучшении своего стада». Неудачная формулировка несколько затрудняет понимание, но на наш взгляд здесь имеется в виду расширение исходной базы *GrowSafe* путём включения в неё данных, полученных в наблюдениях за собственными животными хозяйства. В этом случае этот шаг для хозяйства представляется совершенно логичным, вытекающим из сложившихся правил построения индексов с животными, ранее оценёнными в исходной популяции.

Подобную отсылку к исходной популяции, где животные были первоначально оценены, можно встретить на сайте палаты породы «Ангус» [3], где подробно описана процедура передачи номера казахстанского животного в исходную базу данных для получения информации о его оценках. Эта ситуация совершенно не критична для системного подхода, основанного на национальных базах данных в случае, когда хозяйства будут также интегрировать свои данные в систему ИАС.

Проблема состоит в том, что обилие индексов оценки и способов их построения затрудняют их восприятие не только технологами на производстве, но и порождают разное понимание в научной среде. Это обстоятельство побуждает начать разговор об общей понятийной платформе, связанной с индексными оценками, а также о связи оценок, полученных в разных системах. С этой целью представляется полезным сделать обзор всех теоретических стадий построения индексных оценок, при этом уточняя определения на каждом шаге.

Теоретические основы индексных оценок

Пусть имеется некоторая популяция животных. Можно утверждать, что понятие генетической ценности и ее величина для животных популяции изначально не определены и, следовательно просто не существуют. Смысл сказанного будет понятен из следующего примера. Есть точка в пространстве и ее можно характеризовать координатой и временем наблюдения. Координата и время – это фундаментальные свойства пространства-времени, заданные изначально, тогда как понятие скорости точки изначально не существует. Только когда точка приходит в движение, она приобретает вектор скорости, причём изначально понятие скорости основано на восприятии быстрого или медленного движения, а величина скорости исторически появилась намного позже и точно выражается через отношение пройденного пути к затраченному времени. Итак, скорость точки не является изначальным свойством пространства, а является производной величиной от координаты и времени.

Чтобы в характеристиках популяции появилось понятие генетической ценности нужно, чтобы появился вектор селекционного тренда, направленный на развитие полезного признака, например живой массы на 365 дней. Тогда появится производное понятие генетической ценности в смысле констатации наблюдения: больший или меньший привес имеют потомки определенных родителей, но количественная величина генетической ценности все ещё не будет определена. В модели сдвигающейся точкой величина скорости находится прямым вычислением по известным координатам и отрезкам времени, при этом точность расчёта можно неограниченно повышать путём проведения более точных измерений координат и времени. В эволюционирующих биологических системах такой путь невозможен, ввиду отсутствия явной функции связывающей базовый носитель наследственности – ДНК с наблюдаемым фенотипом. Как известно, здесь

вместо прямого вычисления величин определяются их оценки, для чего вводится *смешанная модель*:

$$y = \beta + \omega + \varepsilon, \quad (1)$$

где: y – наблюдаемый признак, β – эффект влияния условий, в которых выращивается животное, ω – эффект влияния наследственности, ε – все случайные возмущения, не учитываемые предыдущими факторами. На условия выращивания можно влиять или, как минимум их точно описать, по этой причине параметр β относится к фиксированным эффектам.

Существенное отличие смешанной модели (1) от модели двигающейся точки заключается в том, что в уравнение (1) входят значения факторов, соответствующие уровням эффектов, например, для фиксированного эффекта все животные, выращенные в одних и тех же условиях будут иметь одно и тоже значение β , а потомки одного родителя будут иметь одно и тоже значение ω . Наличие уровней у фиксированного и случайных эффектов позволяют записать смешанную модель (1) в форме *спецификации смешанной модели* [4]:

$$y = X\beta + Z\omega + \varepsilon, \quad (2)$$

где X и Z матрицы плана, описывающие заселенность уровней.

Величина переданной наследственной информации ω , влияющей на признак является результатом случайных комбинаций генов на молекулярном уровне, что по идее должно было создать непреодолимые трудности при использовании смешанной модели. Для обхода этих трудностей теоретики метода использовали центральную предельную теорему (ЦПТ), которая утверждает, что аддитивный эффект множества случайных процессов сходится к нормальному распределению Гаусса и это является фундаментальным законом природы. Используя только этот факт, из спецификации (2) можно вывести классическое уравнение Хендерсона, определяющее индексы BLUP [5, 6]. Условие максимума плотности многомерного распределения Гаусса приводит к уравнению Хендерсона:

$$\begin{bmatrix} X'X & X'Z \\ Z'X & Z'Z + \lambda G^{-1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \beta \\ \omega \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X'Y \\ Z'Y \end{bmatrix} \quad (3)$$

Приведённое рассмотрение показывает, что генетическая ценность животного в смешанной модели существует не в биологии, а только в пространстве решений уравнения Хендерсона и является *математической оценкой* способности передачи наследственных качеств по выбранному признаку, которая *никак не равна прогнозу привеса* потомка животного. Смысл численного значения оценённого параметра генетической ценности ω в том, что это число показывает место его передаточной способности в группе животных, для которой была выполнена оценка. Проще говоря, генетическая ценность в BLUP или EBV – это ранг животного по способности передавать свои качества потомкам в пределах своей популяции.

Основным элементом уравнения Хендерсона является матрица родства G , которая в уравнении используется в виде G^{-1} . Смысл элементов матрицы G заключается в следующем. Пусть пара родителей дала потомка, получившего от отца генетическую ценность ω . Но это значение есть результат случайной комбинации генов при кроссинговере. Другими словами, переданное значение ω является случайной выборкой из множества всех возможных реализаций генетической ценности. Множество всех возможных реализаций генетической ценности, передаваемой потомку, в статистике называется статистическим ансамблем. С каждым животным связан один статистический ансамбль. Недиagonalный элемент матрицы G_{ij} , стоящий на пересечении i -го столбца и j -й строки выражает статистическую степень совпадения (ковариацию) ансамблей, соответствующих i -му и j -му животным. Диагональные элементы G_{ii} определяют дисперсию генетической ценности i -го животного, которая характеризует разброс возможных значений генетической ценности, передаваемой потомкам. Ясно, что чем больше данная дисперсия, тем хуже для селекции.

Приведённое отступление в теорию BLUP понадобилось для того, чтобы ввести однозначность в определениях: *mixed model* (MM), *animal model* (AM), *sir model* (SM). Теперь

можно сказать, что смешанная модель (ММ) – это уравнение (1) или его спецификация (2), в которой учитываются фиксированные и случайные эффекты влияния на признак. Если в модели ММ потребовать минимума квадрата ошибки ϵ , то результатом будут уравнения метода наименьших квадратов в форме Айткена. Если потребовать максимума плотности многомерного нормального распределения Гаусса, то в итоге это приведёт к уравнениям BLUP Хендерсона. В первом случае оценки могут называться оценками BLP, во втором чаще используется название EBV. В случае уравнения Айткена или BLUP с матрицей G представленной в виде единичной диагональной матрицы (когда интерес представляет нахождение параметра λ в уравнении (3) мы будем называть решение соответствующего уравнения как решение для *смешанной модели*. Если используется уравнение (3) с расчётом элементов матрицы G , то в этом случае используется название *модель животного* или *animal model* (AM). Уравнение (3) приведено для одного случайного фактора, которым по умолчанию считается отец (*sir*). В принципе, в спецификации (2) можно включать также и фактор матери (*dam*). Но вне зависимости от того, какие случайные факторы входят в состав уравнения (3), если в нем учитываются элементы матрицы родства G – это будет классифицироваться как *animal model*. Эту точку зрения разделяют в [7, 8, 9, 10].

Наконец к *animal model* следует отнести случаи приближенного решения BLUP, использующих следующее обстоятельство. Для реальных поголовий недиагональные элементы встречаются достаточно редко (матрица сильно разрежена), во-вторых, значения недиагональных элементов реальных поголовий, как правило, имеют второй порядок малости по сравнению с диагональными. Приближение заключается в том, что учитываются только диагональные элементы. Основанием для этого служит то, что погрешность приближения в этих случаях часто оказывается меньше погрешности от разброса исходных данных.

Из приведённых соображений вытекает, что *sir model* (SM) – это *animal model*, содержащая только фактор отца. Модели SM наиболее употребительны в промышленном разведении КРС, поскольку использование искусственного осеменения привело к тому, что в казахстанских базах данных есть быки, имеющие до 40 000 (!) потомков, что однозначно поднимает статистический вес SM над другими вариантами, использующих также вклад матери (DM).

С методологической точки зрения учёт матерей в модели животного приводит к вычислительной катастрофе. Например, при расчёте поголовья КРС мясного направления белоголовой породы, состоящего из ~700 000 животных, в *sir model* оказалось ~18 000 хозяйств (фиксированных эффектов) и ~20 000 быков. Это приводит к уравнению размерностью $38000 \times 38000 \times 8 = 11,5$ Гб. Умножение на 8 учитывает то, что числа в матрице хранятся в формате числа с плавающей запятой двойной точности. С учётом обязательного инвертирования матрицы объём оперативной памяти, необходимой для получения решения в этом случае оценивается в примерно 25 Гб. Если в модель включить матерей, которых в данной популяции ~300 000, то требуемый объём оперативной памяти составит около 820 Гб, что является неподъёмной величиной для подавляющего большинства серийных компьютеров. Тем не менее, при расчёте описанного поголовья КРС на молочность, учёт матерей необходим и тогда указанный объём данных удалось обработать на компьютере с ОЗУ в 128 Гб только за счёт специальных математических приёмов.

Первичные и производные индексы оценки животных

В настоящее время в животноводстве используется достаточно большое множество различных индексов. С их неполным перечнем можно ознакомиться в [11, 12, 13]. Приведённое выше описание построения индексов BLUP позволит разделить индексы на первичные и производные. Первичными можно считать индексы, получающиеся в результате логической последовательности (рисунок 1), где вначале определяется интересующий признак, затем выбирается статистическая модель, строится спецификация модели и находится соответствующий индекс.

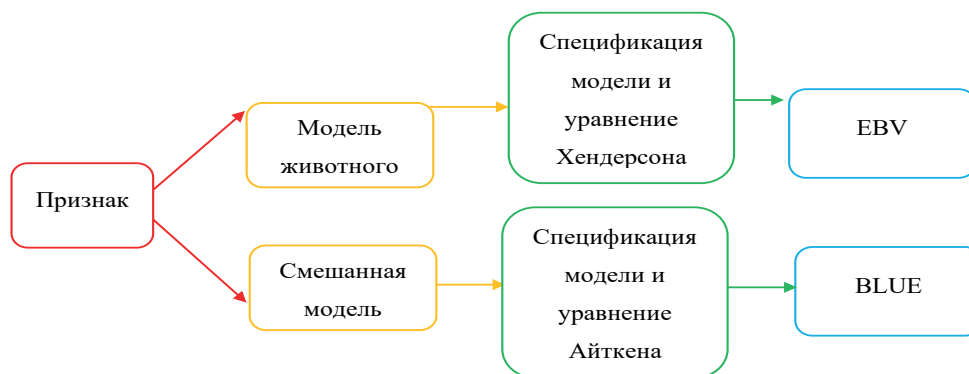


Рисунок 1 – Методологическая схема построения индекса оценки племенной ценности

Легко понять, что каждому интересующему признаку можно сопоставить соответствующий индекс и таким образом получить набор индексов, например: EBV (привес), EBV (фертильность) и т.д. Подобный расчёт первичных индексов производится крупными компаниями и передаётся вторичным пользователям в виде индексов EPD также соотнесёнными с признаками. На первичном уровне компании большинство EPD и EBV эквивалентны, но в дальнейшем первичный EPD может образовывать производные EPD. Поэтому вторичный пользователь получает EPD и инструкцию по пересчёту индексов в своём поголовье так, что он избавляется от необходимости прибегать к расчёту BLUP и построению комплексных (производных) индексов. Например, прилагается формула прогноза продуктивности потомка [13]:

$$EPD = \frac{1}{2}EPD_{sir} + \frac{1}{2}EPD_{dam}.$$

Можно видеть, что чем дальше пользователь отстоит от первичной компании, тем больше ошибка прогноза и при наличии возможности желательно пересчитывать BLUP оценки по собственному поголовью. Большинство пользователей удалены от первичной компании на один шаг и в этом случае, результат применения эмпирических формул достаточно удовлетворителен, что использовано в [1, 2, 3]. Рассмотрим несколько часто встречающихся индексов в контексте нашей классификации первичных и производных индексов [11].

Прямой показатель лёгкости отела (CED) EPD – средняя разница в лёгкости, с которой телята будут рождаться у быка, когда он спаривается с первотёлками. Этот показатель не связан с BLUP и скорее может быть отнесён к первичным признакам.

EPD веса туши – выраженный в фунтах, этот EPD предсказывает разницу в среднем весе горячей туши у потомства. Этот EPD рассчитывается с использованием EPD веса при рождении, веса при отъёме и веса в годовалом возрасте, а также любых доступных данных о туше. Это показателем является примером, когда EPD является уже производным показателем, в данном случае от BLUP.

Первичные EPD используются для сравнения прогнозируемой производительности потомства между двумя быками (или самками) в пределах породы, независимо от возраста или местоположения стада. EPD выражаются в фактических единицах измерения для данного признака. Жир/Спинной жир EPD – выражается в дюймах и является предиктором различий в толщине шпика на 12-м ребре (измеренной между 12-м и 13-м ребрами) потомства быка по сравнению с потомством других быков. Чем выше EPD, тем больше шпика ожидается у телят быка. Здесь, как можно видеть, EPD эквивалентен оценке BLUP.

В качестве примера вторичных EPD можно привести:

- EPD стельности телок (HPG) – процентная вероятность способности дочерей быка зачать и отелиться в двухлетнем возрасте. Так же, как и EPD выживаемости, EPD стельности телок выражаются в процентной разнице. Например, EPD стельности двух телок, 5 и 10, различаются на 5%. Дочери быка с EPD 10 на 5% более склонны к зачатию, чем дочери другого быка.

- Промежуточные EPD – обозначенные как RE+, рассчитываются с использованием национальных EPD отца и матери теленка, а также собственных данных о производительности теленка.

- EPD мраморности – прогноз производительности будущего потомства для оценки мраморности туши. Этот EPD включает в себя как данные УЗИ, так и данные туши. Чем выше EPD, тем больше внутримышечного жира ожидается в ребрышке телят отца.

Экономические индексы

Можно классифицировать индексы, выражающие экономическую значимость животного (ERT) по способу их формирования. Прямая экономическая оценка в общем случае представляет собой баланс прибыли и затрат. В приложении к животноводству важно оценить затраты, а не прибыль, поскольку возможная прибыль сильно зависит от конъюнктуры рынка, сезонных условий, если речь идет о пастбищных животных – факторы, которые будут сказываться на протяжении длительного времени уже после того, как будет рассчитан экономический прогноз. По этой причине затратная часть является достаточно предсказуемой частью оценки экономики выращивания животного, а доходную часть правильнее будет выражать через оценку продуктивного выхода без его монетизации.

Одним из известных индексов прямой экономической оценки является индекс LPI (*Lifetime Profit Index*) или индекс пожизненной прибыли [14, 15]. Данный индекс включает признаки: продуктивность (*Production*), продолжительность хозяйственного использования (*Durability*) и здоровье (*Health*) животных. Величина каждого признака определяется его значимостью (*Emphasis*) и породными особенностями. Формальная конструкция индекса выглядит следующим образом:

$LPI = \text{Продуктивность} + \text{Экстерьер, влияющий на долголетие.}$

В Канаде этот индекс используется в виде [12, 14]:

$$LPI = 8 \cdot (6 \cdot CEBV + 4 \cdot TYPE),$$

где: – *CEBV*-комплексный *EBV*, построенный на первичных *BLUP EBV* по выходу молока и жира, *TYPE* – комплексный индекс, построенный на экстерьерных признаках, влияющих на продолжительность жизни.

В [16] утверждается, что «экономические индексы на основе генетического прироста для *LPI*, достигнутого в последние годы в каждой породе, корреляции признаков с *LPI* были переведены в оценки генетического отклика в течение следующих пяти лет, которые можно ожидать на основе признака за признаком, когда производители применяют среднюю интенсивность отбора для *LPI* для достижения своих целей разведения. Более высокая интенсивность отбора по *LPI* приведет к большему генетическому отклику».

Помимо прямой экономической оценки используются косвенные показатели, которые можно описать следующим образом. Пусть животное обладает двумя и более признаками, которые биологически не вытекают один из другого, но каждый в отдельности имеет экономическую ценность. Например, живой вес и легкость отела или живой вес и мраморность мяса. Если оба показателя одновременно входят в число лучших по поголовью, то данное животное следует отнести к кандидатам не включение в разряд племенных. В случае, когда показатели не равнозначны можно использовать индекс, который определит баланс между признаками, выражающий экономический потенциал животного.

Например, формальная конструкция индекса NM\$ (Net Merit), рассчитываемого Советом по селекции молочных пород КРС США (CDCB) выглядит так [13]:

$$NM\$ = 49\% \cdot \text{Признак} + 48\% \cdot \text{Признаки здоровья} + 3\% \cdot \text{Признаки экстерьера.}$$

Родственный ему индекс TPI имеет сходную конструкцию:

$$TPI = 38\% \cdot \text{Продуктивный признак} + 36\% \cdot \text{Признаки здоровья} + 25\% \cdot \text{Экстерьер.}$$

Процентные доли признаков в индексе пересчитываются согласно [13], один раз в пять лет. Можно видеть, что расчет экономических индексов требует наличие достаточно полного набора

характеристик животного. При наличии достаточного набора данных, экономический индекс рассчитывается как комплексный, обычно согласно методике, разработанной ещё Лашем и Хейзелом, с которой можно ознакомиться по работе Хендерсона [17], а также в оригинальной статье (L.N. Hazel, 1943) [18]. Суть метода, который используется до сих пор можно изложить, следуя Хендерсону [17].

Пусть вектор признаков y имеет совместное распределение с некоторым ненаблюдаемым случайным вектором w . Из данного распределения берется выборка $[y', w']$ и ставится задача предсказания значения i -го элемента w из y . Оценка индекса выбора:

$$w_i = \alpha_i + b_i' (y - \theta), \quad (4)$$

где: α_i - среднее w_i , θ - вектор средних y и b_i' - вектор весов, полученный из решения:

$$Vb_i = c_i \quad (5)$$

где: V - вариационно-ковариационная матрица y , c_i - i -й столбец матрицы ковариаций между y и w . Этим способом можно построить, например, комплексный индекс КРС, учитывающий удой, содержание жира и белка. Следует заметить, что формулу (5) можно получить из уравнения (4) через требование максимума плотности совместного распределения y и w . Однако, для мясного КРС, использующего отечественные данные из системы ИАС, этот метод не подходит ввиду недостаточного числа дополнительных признаков. В этом случае можно поступать так как описано ниже.

Экономический индекс мясного КРС

Рассмотрим задачу, в которой требуется определить статус быка – использовать его как продуктивное или как племенное животное. Построим соответствующий индекс, который, очевидно относится к категории экономических индексов. Формальная конструкция этого индекса выглядит так:

$$C = \text{фактический живой вес} + \text{племенная ценность, переданная отцом}.$$

Данная конструкция индекса однозначно определяет быков с наибольшим значением этого индекса как племенных, поскольку у них высокая переданная племенная ценность подтверждена фактическим живым весом. У нас есть данные ИАС по 117 618 животным ауеликольской породы, прошедшим проверку на корректность исходных данных (даты, номера животных, отсутствие родственных петель в генеалогии и т.п.). Пусть племенная ценность, полученная от отца i -м животным будет ω_i , а живой вес y_i . Племенная ценность получена предшествующим расчётом в BLUP. Нормализуем используемые величины, для чего определим максимальные и минимальные значения параметров:

$$\omega_{\max} = \max(\omega); \quad \omega_{\min} = \min(\omega); \quad y_{\max} = \max(y);$$

Положим:

$$d\omega = \omega_{\max} - \omega_{\min}; \quad dy = y_{\max} - y_{\min}.$$

Тогда нормализованными величинами будут:

$$\tilde{\omega}_i = \frac{\omega_i}{d\omega}; \quad \tilde{y}_i = \frac{y_i}{dy}.$$

Соответственно конструкцию индекса можно будет записать:

$$C_i = 100 \cdot \{\tilde{\omega}_i + \tilde{y}_i\} = 100 \cdot \left(\frac{\omega_i - \omega_{\min}}{d\omega} + \frac{y_i - y_{\min}}{dy} \right) \quad (6)$$

Коэффициент 100 в (4) выбран для лучшего масштабирования результата. Подставляя в (4) данные расчёта BLUP, получим расчётные значения индекса (таблица 1).

Таблица 1 – Индексы лучших, средних и худших животных

Ранг по убыванию: 1-27		Ранг по убыванию: 50001-50027		Ранг по убыванию: 117591-117618	
animal ID	C index	animal ID	C index	animal ID	C index
14452090	191,20	5099936	72,34	819828	10,03
14452113	188,97	11163912	72,33873248	12745840	9,92
14446442	181,54	11163836	72,33873248	12745716	9,92
14446424	180,10	34215	72,33813914	12741555	9,92
14446020	179,38	5518279	72,3375272	12745832	9,74
14446415	177,83	7616623	72,3373875	12745602	9,74
14452702	177,01	7616622	72,3373875	12745555	9,74
14445967	176,80	7577212	72,3373875	12745537	9,74
14451974	176,61	7577197	72,3373875	12741509	9,74
807309	176,47	2170409	72,33650358	816405	9,68
807287	176,16	2994036	72,33632732	813466	9,32
14452043	174,49	2381948	72,33632732	821254	8,96
14452293	174,04	2381461	72,33632732	819806	8,96
14452329	173,73	2377139	72,33632732	795893	8,96
14446301	173,25	30857	72,33617681	755734	8,61
14453469	172,24	266947	72,33533724	752227	8,61
14445912	172,08	5590786	72,33470958	822767	7,89
14446311	169,83	15271293	72,33447426	6098152	4,96
14446296	169,67	15271281	72,33447426	6098137	4,96
14452646	169,16	15271278	72,33447426	5747571	4,96
14445915	168,64	15271230	72,33447426	5746437	4,96
14445876	168,38	15271229	72,33447426	5746413	4,96
14445969	166,99	15271228	72,33447426	5746373	4,96
14452601	166,51	15271214	72,33447426	5746052	4,96
14446434	166,17	15271213	72,33447426	5745943	4,96
14446116	165,61	15271195	72,33447426	564352	4,69
14452544	165,52	15271191	72,33447426	4219977	4,64

В первой и второй колонках представлены животные, наиболее подходящие для племенной работы, в 5-й и 6-й – животные с худшими значениями живого веса и племенной ценности. В средней части таблицы представлены животные, чьи показатели балансируют между низким уровнем одного признака и высоким уровнем второго.

Типовое построение экономического индекса как комплексного, исходит из формального соотношения:

$$\text{Признак} = \text{вес1} \cdot \text{индекс1} + \text{вес2} \cdot \text{индекс2} + \text{ошибка}.$$

Число используемых первичных индексов в этом соотношении принципиально не ограничено. Далее к этому соотношению применяется процедура, описанная выше уравнениями (4, 5) из которой находятся веса. Ясно, что для этого необходимо располагать данными, позволяющими рассчитать первичные индексы BLUP. Подход, отраженный в формуле (6) это больше вынужденный шаг, обусловленный нехваткой данных и, конечно построение системы экономических оценок животных тесно связано с наполнением базы данных ИАС как можно большим числом характеристик.

Заключение

Основная причина слабого распространения экономических индексов в Казахстане является ограниченный набор фенотипических признаков имеющих продуктивное значение в базах данных животных. Экономический индекс позволяет взвешивать два или более признака, каждый из которых обладает определенной ценностью, но прямая биологическая зависимость между признаками отсутствует. Например, удой коровы и легкость отела. Количество молока, полученное от коровы, не зависит от выживаемости потомства, но оба эти качества ведут к увеличению общего продукта, даваемого поголовьем. В этом случае экономический индекс, рассчитанный на основе BLUP, существенно облегчит оценку животного в сравнении с другими животными поголовья, что важно для селекции.

Вместе с тем, выше показано как можно использовать уже имеющиеся в базе ИАС данные для того, чтобы предложить модель экономического индекса, описанного и опробованного в предыдущем разделе. Эта модель не встречается в литературе и, возможно, окажется полезной для анализа отечественных поголовий по данным информационно-аналитической системы ИАС.

Вклад авторов

Все авторы участвовали в проведении исследований. МН, ТК, АМ и РБ: формулировали результаты, осуществили литературный обзор, провели анализ данных, подготовили статью, а также осуществили корректировку и провели вычитку. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную версию рукописи.

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Министерством сельского хозяйства Республики Казахстан ПЦФ BR22885686 «Разработка системы генетического совершенствования мясных пород с применением инновационных методов молекулярной генетики, селекции и цифровых технологий».

Список литературы

1 Матакбаев, ДА, Тилепова, АК, Шауенов, СК, Бостанова, СК. (2021). Применение канадской технологии vytelle (growsafe) для определения остаточного потребления корма при выращивании бычков казахской белоголовой породы. *Вестник науки Казахского агротехнического университета им. С. Сейфуллина (междисциплинарный)*, 2(109), 15-27.

2 Тилепова, АК, Шауенов, СК, Матакбаев, ДА, Бостанова, СК. (2022). Использование канадской технологии vytelle (growsafe) для оценки роста и развития казахской белоголовой породы. *3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация*, 4(2022). DOI: 10.52269/22266070_2022_4_193.

3 Angus. Республиканская палата Ангус Казахстан. angus.kz.

4 Магнус, ЯР, Катышев, ПК, Пересецкий, АА. (2004). *Эконометрика. Начальный курс*. Москва: Издательство «ДЕЛЮ», 576.

5 Henderson, CR. (1973). Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, 10-41.

6 Henderson, CR. (1988). Theoretical Basis and Computational Methods for a Number of Different Animal Models. *Journal of Dairy Science*, 71:2, 1-16.

7 *Textbook Animal breeding and Genetics - HBO (EN). Best Linear Unbiased Prediction and the Animal Model*. (2024). <https://wiki.groenkennisnet.nl/space/TAB/300155156/8.10:+Best+Linear+Unbiased>

8 Guilherme, JM. (2018). *Rosa. University of Wisconsin-Madison Mixed Models in Quantitative Genetics SISG*.

9 *Animal model. ScienceDirect. Biochemistry, Genetics and Molecular Biology*. (2019). <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/animal-model>

10 *Animal model*. (2025). Which animal model are best? Harvard Medical school. <https://hms.harvard.edu/research/animal-research/animal-models>.

- 11 *Genetic Evaluation Definitions*. Canadian Angus Association.
- 12 Van Doormaal, B., Kistemaker, G., Miglior, F. (2001). Establishment of a Single National Selection Index for Canada. *Interbull Bulletin*, 27, 102-106.
- 13 Кассади, Д. (2010). *Руководство по унифицированным программам усовершенствования крс*. Издание Федерации Усовершенствования КРС. www.beefimprovement.org.
- 14 Разработка методик оценки племенной ценности крупного рогатого скота молочного и мясного направления продуктивности, свиней. (2018). Отчёт о научно-исследовательской работе, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт племенного дела.
- 15 Van Doormaal, B. (2024). *Lifetime Performance Index (LPI) Formula* <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula/>.
- 16 Sweett, H., Van Doormaal, B. (2025). *Lifetime Performance Index (LPI)*. <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula/>.
- 17 Henderson, CR. (1991). General Flexibility of Linear Model Techniques for Sire Evaluation. *Department of Animal Science*, 74, 4067-4081.
- 18 Hazel, LN. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28, 476.

References

- 1 Matakbaev, DA, Tilepova, AK, Shaýenov, SK, Bostanova, SK. (2021). Primenenie kanadskoi tehnologii vytelle (growsafe) dlia opredeleniia ostatochnogo potrebleniia korma pri vyraivani bychkov kazahskoi belogolovoi porody. *Vestnik naýki Kazahskogo agrotehnicheskogo ýniversiteta im. S. Seifýllina (mejdistsiplinarnyi)*, 2(109), 15-27.
- 2 Tilepova, AK, Shaýenov, SK, Matakbaev, DA, Bostanova, SK. (2022). Ispolzovanie kanadskoi tehnologii vytelle (growsafe) dlia otsenki rosta i razvitiia kazahskoi belogolovoi porody. *3i: intellect, idea, innovation - intellekt, ideia, innovatsiia*, 4. DOI: 10.52269/22266070_2022_4_193.
- 3 *Angus. Respýblikanskaia palata Angýs Kazakhstan*. angus.kz.
- 4 Magnýs, IaR, Katyshev, PK, Peresetskii, AA. (2004). *Ekonometrika. Nachalniý kýrs*. Moskva: Izdatelstvo «DELO», 576. <http://old.math.isu.ru/ru/chairs/me/files/books/magnus.pdf>.
- 5 Henderson, CR. (1973). Sire evaluation and genetic trends. *Journal of Animal Science*, 10-41.
- 6 Henderson, CR. (1988). Theoretical Basis and Computational Methods for a Number of Different Animal Models. *Journal of Dairy Science*, 71:2, P1-16.
- 7 Textbook Animal breeding and Genetics - HBO (EN). *Best Linear Unbiased Prediction and the Animal Model*. (2024). <https://wiki.groenkennisnet.nl/space/TAB/300155156/8.10>.
- 8 Guilherme, JMR. (2018). *Mixed Models in Quantitative Genetics*. University of Wisconsin-Madison SISG, Seattle.
- 9 *Animal model*. (2019). ScienceDirect. Biochemistry, Genetics and Molecular Biology. <https://www.sciencedirect.com/topics/biochemistry-genetics-and-molecular-biology/animal-model>
- 10 *Animal model*. (2025). Which animal model are best? Harvard Medical school. <https://hms.harvard.edu/research/animal-research/animal-models>.
- 11 *Genetic Evaluation Definitions*. Canadian Angus Association. www.cdnangus.c.
- 12 Van Doormaal, B., Kistemaker, G., Miglior, F. (2001). Establishment of a Single National Selection Index for Canada. *Interbull Bulletin*, 27, 102-106.
- 13 Kassadi, D. (2010). *Rýkovodstvo po ýnifitsirovannym programmam ýsovershenstvovaniia krs*. *Izдание Federatsii Ýsovershenstvovaniia KRS*. www.beefimprovement.org.
- 14 Razrabotka metodik otsenki plemennoi tsennosti kýpnogo rogatogo skota molochnogo i miasnogo napravleniia prodýktivnosti, svinei. (2018). Otchet o naýchno-issledovatel'skoi rabote, Federalnoe gosýdarstvennoe býdjetnoe naýchnoe ýchrejenie «Vserossiiskii naýchno-issledovatel'skii institýt plemennogo dela.
- 15 Van Doormaal, B. (2024). *Lifetime Performance Index (LPI) Formula*. <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula/>.
- 16 Sweett, H., Van Doormaal, B. (2025). *Lifetime Performance Index (LPI)*. <https://lactanet.ca/en/lifetime-performance-index-lpi-formula/>.

- 17 Henderson, CR. (1991). General Flexibility of Linear Model Techniques for Sire Evaluation. *Department of Animal Science*, 74, 4076-4081.
- 18 Hazel, LN. (1943). The genetic basis for constructing selection indexes. *Genetics*, 28, 476.

Қазақстанда ІҚМ бағалаудың экономикалық индекстерін енгізу мәселелері

Наурызбаев М.К., Карымсаков Т.Н., Муратов, А.А., Бабаев Р.А.

Түйін

Экономикалық индекстер бастапқы селекциялық индекстер мен белгілерден, сондай-ақ жануарлар мен қоршаған орта сипаттамаларының жеткілікті кең жиынтығынан алынған шамалар болып табылады. Егер Қазақстанда BLUP бағалары негізінде айқындалған селекциялық индекстер жеткілікті түрде белгілі болса, онда экономикалық индекстерді енгізу бірден бірқатар проблемаларға тап болады, олардың ең бастысы экономикалық индексті қалыптастыру үшін АТЖ ақпараттық жүйесінде қамтылған жануарлар сипаттамаларының толықтығы жеткіліксіз, бұл осы жұмыста толығырақ қарастырылған. Жұмыс сонымен қатар терминологияны біртұтас түсінбеуге, сондай-ақ мамандар мен пайдаланушылардың индекстік бағалауларының мағынасын түсінуде айтарлықтай алшақтықтың болуына байланысты мәселенің басқа аспектісін қозғайды. Фермерлер деңгейінде индекстік бағалаулар көбінесе өнімділіктің тікелей болжамы немесе экономикалық индекстер жағдайында ықтимал пайданы тікелей бағалау ретінде қабылданады. Бұл тұтынушыларға мүлдем түсініксіз болып көрінетін тиімділіктің расталған тарихы бар қолданыстағы индекстерді қабылдауда қиындықтар туғызады. Бірақ индекстердің көпшілігі бастапқы BLUP индекстерінен келеді, олардың мағынасы тіпті биологияда емес, жай ғана қабылдануы керек кездейсоқ сандардың негізгі қасиеттерінде. Осы себепті жұмыста blup математикалық аппараты негізінде селекциялық индекстерді құру теориясының негіздеріне аздап сүңгу жасалды. Соңында жұмыста ет бағытындағы ірі қара мал үшін экономикалық индексті құрудың мысалы келтірілген, ол толыққанды экономикалық болжам үшін қажетті мәліметтер тапшылығы жағдайында АТЖ базасында бар жануарлар мен шаруашылықтардың сипаттамаларына негізделгендігімен қызықты.

Кілт сөздер: BLUP; ірі қара; тұқым; IAS; индекстік бағалау; экономикалық индекс.

Problems of introducing economic indices for evaluating cattle in Kazakhstan

Murat K. Nauryzbayev, Talgat N. Karymsakov, Adil A. Muratov, Rahat R. Babaev

Abstract

Economic indices are derived from primary selection indices and traits, as well as from a wide range of animal and environmental characteristics. While selection indices based on BLUP assessments are relatively well established in Kazakhstan, the implementation of economic indices faces several challenges. The primary issue is the insufficient completeness of animal characteristics in the IAS information system, which limits the ability to construct reliable economic indices- a problem discussed in more detail in this study. The paper also addresses another important challenge: the lack of a standardized terminology and the significant gap in understanding the meaning of index-based assessments among specialists and end-users. At the farmer level, index values are often misinterpreted as a direct forecast of productivity or, in the case of economic indices, as direct estimates of potential profit. This misunderstanding hinders the acceptance of current indices, even those with a well-documented track record of effectiveness, as they often appear non-intuitive to users. Most indices are derived from primary BLUP indices, whose foundation lies not in biology but in the statistical properties of random variables –concepts that must simply be accepted. For this reason, the paper includes a brief explanation of the theoretical foundations behind the construction of selection indices using the BLUP framework.

Finally, the paper presents an example of constructing an economic index for beef cattle. This example is notable because it is based on the limited animal and farm data available in the IAS database, under conditions where comprehensive data required for full economic forecasting are lacking.

Keywords: BLUP; cattle; breed; IAS; index assessments; economic index.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 209-218. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1960

УДК 631.524.84:636.39(574.25)(045)

Исследовательская статья

Убойные качества и морфологические особенности туш козлов различных пород, разводимых в условиях Павлодарской области

Омарова К.М.¹ , Шайкенова К.Х.¹ , Шауенов С.К.¹ , Долдашева Г.К.¹ ,
Мухаметжарова И.Е.¹ , Шарапатов Т.С.² 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им.С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан,

²Торайгыров университет, Павлодар, Казахстан

Автор-корреспондент: Омарова К.М.: karligach.mo@mail.ru

Соавторы: (1: КШ) mika-leto@mail.ru, (2: СШ) shauenov@mail.ru, (3: ГД) gdoldasheva@bk.ru,
(4: ИМ) ilmira_pvl@mail.ru, (5: ТШ) tlekbolsharapatov@gmail.com

Получено: 22-04-2025 **Принято:** 24-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В условиях Казахстана наблюдается повышенный интерес к разведению продуктивных пород коз, обеспечивающих не только пух, но и качественное мясо. Однако, данные о мясной продуктивности горноалтайской пуховой породы в условиях круглогодичного пастбищного содержания в регионе ограничены. Это определяет актуальность проведения исследований по оценке мясных качеств данной породы в специфических природно-климатических условиях Павлодарской области. В этой связи, целью настоящего исследования является изучение мясной продуктивности и качественных показателей туш коз горноалтайской пуховой породы.

Материалы и методы. В исследований использовались прижизненные и послеубойные методы оценки мясной продуктивности коз, включая ультразвуковое сканирование, контрольный убой и сортовую разделку туш.

Результаты. Установлено, что козлы горноалтайской пуховой породы характеризуются высокой предубойной массой (49,5 кг), хорошо развитой мускулатурой (площадь мышечного глазка – 10,53 см²) и сбалансированными морфологическими показателями туш. Несмотря на умеренные показатели убойного выхода (41,8%), мясо коз отличается высокими органолептическими свойствами и пригодностью для диетического питания. Результаты исследования согласуются с данными отечественных и зарубежных авторов и могут быть использованы для совершенствования селекционно-технологических программ по увеличению мясной продуктивности козоводства Казахстана.

Выводы. Полученные результаты позволяют установить потенциальные резервы повышения эффективности разведения мясного козоводства в регионе и разработать рекомендации по дальнейшему совершенствованию технологии производства мяса коз.

Ключевые слова: горноалтайская пуховая порода коз; мясная продуктивность; убойная масса; убойный выход.

Введение

Козоводство является одной из традиционных отраслей животноводства Республики Казахстан и играет важную роль в социально-экономическом развитии сельских регионов. Развитие этой отрасли обусловлено наличием обширных труднодоступных пастбищ (горных – 7,2 млн га, каменистых – 18,2 млн га), использование которых эффективно при содержании

коз. В республике основное поголовье представлено советской шерстной породой, казахскими грубошерстными козами комбинированного направления продуктивности, а также помесными козами молочного и пухового типов. В условиях глобального роста спроса на экологически чистую продукцию козоводства конкурентоспособность отечественного производства становится приоритетной задачей [1, 2, 3].

По данным Продовольственной и сельскохозяйственной организации (ФАО), за последние четыре десятилетия мировое поголовье коз удвоилось, достигнув более миллиарда голов. Основное их разведение сосредоточено в развивающихся странах, где более 90% поголовья используется для производства молока, мяса, пуха и шерсти. Производство козлятины в мире остается на сравнительно низком уровне. В 2022 году оно составило 6,1 млн тонн, что составляет всего 1,7% от общего производства мяса. Основными производителями козлятины являются страны Азии и Африки, где экстремальные природно-климатические условия затрудняют разведение других видов скота [4].

Горноалтайская пуховая порода коз является одной из перспективных пород для разведения в Казахстане благодаря её высокой продуктивности, крепкой конституции и отличной приспособленности к суровым климатическим условиям. Эта порода коз отличается хорошими мясными качествами, высокой пуховой продуктивностью и способностью к быстрому нагулу в короткий летний период. Однако, в условиях Казахстана их продуктивность требует дальнейшего изучения, особенно мясная продуктивность, которая является важным фактором повышения рентабельности козоводства [6].

Материалы и методы

Научно-хозяйственные исследования проводились в базовом хозяйстве ТОО «Агрофирма Акжар-Өндіріс» Павлодарской области, специализирующемся на разведении коз горноалтайской пуховой породы. Общее поголовье коз в хозяйстве составляет более 5 тыс. голов, что обеспечивает репрезентативность выборки для проведения научных исследований. Работа выполнялась в рамках проекта AP23489140 «Трансферт инновационных технологий и внедрение эффективных способов производства продукции козоводства» с целью изучения мясной продуктивности коз горноалтайской пуховой породы в условиях круглогодичного пастбищного содержания.

Подопытные козы содержались в условиях пастбищного содержания в течение всего года, что позволяет объективно оценить их продуктивность в естественных условиях разведения. Опытные группы были сформированы из козовалухов горноалтайской пуховой породы методом случайной выборки (30 голов) в возрасте 2,5 года, а в контрольную группу вошли козовалухи местной казахской породы аналогичного возраста, также в количестве 30 голов.

В исследовании использовались прижизненные и послеубойные методы оценки. Прижизненная оценка мясной продуктивности козлов проводилась на выборке из 30 животных в каждой группе (местная казахская грубошерстная и горноалтайская пуховая породы), что соответствует методологическим требованиям к зоотехническим экспериментам. Для прижизненной диагностики использовался цифровой ультразвуковой сканер AcuVista VT98b, позволяющий без нарушения целостности организма оценить толщину жировой прослойки и площадь мышечного глазка у животных в возрасте 2,5 года.

Убойные качества опытных животных определялась согласно требованиям ГОСТ 31777–2012 «Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах. Технические условия», с учётом степени развития мышц и жировой ткани в области холки, спины, рёбер и корня хвоста [7].

Убойный контроль проводился на подвыборке из 3 животных в каждой группе, отобранных методом случайной репрезентативной выборки из основного поголовья. Морфологическая структура туш, убойная масса, масса внутреннего жира и другие анатомо-мясные параметры оценивались только на этих особях в связи с высокой трудоёмкостью процедуры и соответствием стандартам. Расчёт убойного выхода, массы туши, выхода мякоти и костей осуществлялся согласно стандартам оценки мясной продуктивности, отражённым в отраслевых методических рекомендациях и ГОСТ 31777-2012 [7].

Для сравнительного анализа мясных качеств подопытных козлов проводился контрольный убой козлов опытной и контрольной группы: козлы горноалтайской пуховой породы, выращенные

в условиях круглогодичного пастбищного содержания и местные казахские козлы аналогичного возраста, выращенные в тех же условиях.

Для определения предубойной массы козлов их взвешивали с возможной погрешностью до 500 г. Массу парных туш определяли с учётом почек и околопочечного жира, остальные органы, а также голову, конечности и хвост перед взвешиванием удаляли (возможная погрешность – до 100 г). Сорт отрубов (1-й и 2-й) определяли на основании разреза туши в соответствии с нормативным документом ГОСТ 7596-81 «Мясо. Разделка баранины и козлятины для розничной торговли» [8].

Коэффициент мясности определяли путём деления массы съедобной части мякоти на массу костей. Площадь поперечного сечения длиннейшей мышцы спины определяли на образцах полутуши между последним грудным и первым поясничным позвонками.

Методы обработки данных и цифровой материал, полученный в ходе исследований, обрабатывался с использованием методов вариационной статистики по *А.В. Крючкову* и *И.В. Маракулину*. Анализ данных и расчет статистической достоверности результатов проводились с применением критерия Стьюдента, а также с использованием прикладных инструментов Excel for Windows [9].

Использованные методики исследования обеспечили объективность полученных данных и их достоверность, что позволяет использовать результаты исследования для дальнейшей оптимизации технологий производства мясного козоводства.

При проведении исследований на животных мы руководствовались решением локального этического комитета факультета Ветеринарии и технологии животноводства при НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина» (выписка из протокола №1 от 01.11.2023 г.).

Результаты и обсуждение

Живая масса животных является основным показателем, отражающим их общее развитие и продуктивность. В козоводстве этот показатель особенно важен, поскольку напрямую влияет на мясную и шерстную (пуховую) продуктивность и в целом на качество получаемой продукции.

Средняя живая масса местной казахской и горноалтайской пуховой пород коз в возрасте 2,5 года определена их взвешиванием, и соответственно, составила 47,7 кг и 49,5 кг. Сравнительный анализ живой массы показывает, что животные опытных и контрольных групп хозяйства ТОО «Агрофирма Акжар-Өндіріс» соответствуют стандарту соответствующих пород (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели живой массы козлов разных пород

Порода коз	Количество голов	Возраст	Живая масса, кг	CV, %
местная казахская	3	2,5 года	47,7±0,56	6,39
горноалтайская пуховая	3	2,5 года	49,5±0,87	9,70

Сравнительная оценка живой массы животных местной казахской и горноалтайской пуховой пород в возрасте 2,5 года показала, что средняя масса животных горноалтайской пуховой породы была несколько выше и составила 49,5 кг против 47,7 кг у коз местной казахской породы. Разница в средних значениях свидетельствует о более интенсивном развитии коз горноалтайской пуховой породы в исследуемом возрасте.

Минимальные и максимальные значения показателей варьировали в узких пределах, что говорит о высокой однородности подопытных козлов исследованных групп. В частности, коэффициент вариации (Cv) составил 6,39% у местной казахской и 9,70% у горноалтайской пуховой породы, что подтверждает низкую степень разброса данных.

Таким образом, показатели живой массы у козлов горноалтайской пуховой породы свидетельствуют о хороших продуктивных качествах, что может быть использовано в селекционной практике в направлении совершенствования технологии производства мяса коз.

Мясная продуктивность козлов была определена по прижизненным и послеубойным показателям. В частности, прижизненная оценка упитанности животных определена с помощью применения цифрового ультразвукового сканера AcuVista VT98b.

В ходе исследований установлено, что средняя площадь мышечного глазка у козлов горноалтайской пуховой породы составила 10,5 см², а толщина жировой прослойки в области спины – 0,84 мм. У животных местной казахской грубошерстной породы аналогичные показатели составили 9,55 см² а толщина жировой прослойки в области спины – 0,96 мм, соответственно, были ниже.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что горноалтайские пуховые козлы характеризуются умеренным уровнем мясной продуктивности при низком уровне жировых отложений, что может рассматриваться как потенциальное преимущество при использовании мяса в диетическом питании.

В зависимости от пола, породы, возраста, кормления и условий содержания качество мяса и его количество могут различаться [10]. Мясные качества у животных определяют по таким показателям, как убойный выход, сорт туши, химический состав и процентное количество жира.

В нашем опыте при визуальной оценке категории упитанности козовалухов согласно ГОСТ 31777–2012 «Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах. Технические условия» по степени развития мышечной и жировой тканей установлено, что все подопытные козлы отнесены к высшей категории упитанности (таблица 2).

Таблица 2 – Показатели убойных качеств козлов

Показатели	Породы козлов	
	местная казахская (n=3)	горноалтайская пуховая (n=3)
Предубойная масса, кг	47,7±0,56	49,5±0,87
Масса туши, кг	22,45±0,37	19,2±0,26
Масса внутреннего жира, кг	2,75±0,05	1,5±0,02
Убойная масса, кг	25,2±0,50	20,7±0,28
Убойный выход, %	52,8±0,60	41,8±0,57
Выход туши, %	47,1±0,57	38,8±0,53
Масса мякоти, кг	15,85±0,23	13,85±0,22
Масса костей, кг	4,55±0,08	4,45±0,06
Коэффициент мясности	3,48±0,55	3,11±0,05

При убое козлы опытной и контрольной группы имели хорошую упитанность. По живой массе козлы горноалтайской пуховой породы превышали своих сверстников из контрольной группы на 1,8 кг (3,64%), тогда как козлы местной казахской породы превышали своих сверстников из опытной группы по убойной массе на 4,5 кг (17,8%) и по убойному выходу на 11%. Также установлено, что по таким показателям, как масса туши, выход мякоти и коэффициент мясности, местная казахская порода достоверно превосходила горноалтайскую пуховую породу ($p < 0,05$).

Результаты исследования показали, что козлы горноалтайской пуховой породы характеризуются высокой предубойной массой, что свидетельствует о хорошем общем развитии животных. При этом убойные показатели, такие как масса туши, убойная масса и коэффициент мясности, у представителей данной породы были несколько ниже по сравнению с козлами местной казахской породы, что видимо связано с еще неполной адаптацией козлов к природно-климатическим условиям Павлодарской области, куда их завезли.

Убойный выход и выход мякоти у горноалтайской пуховой породы оказались умеренными, однако следует отметить более высокую площадь мышечного глазка, что указывает на удовлетворительное развитие мышечной ткани. Это позволяет говорить о наличии потенциальных резервов для улучшения мясных качеств данной породы при использовании селекционно-технологических мероприятий.

Таким образом, горноалтайская пуховая порода коз может быть эффективно использована для повышения мясной продуктивности при условии целенаправленной селекционно-племенной работы.

Основными качественными показателями мясности животных являются соотношение чистого мяса и костей, удельный вес массы наиболее ценных отрубов и энергетическая ценность мяса. Под коэффициентом мясности туши понимается весовое соотношение мякотной части и костей. Чем больше в туше содержится мякоти, тем выше её пищевая ценность. Для установления качества туш козлов нами проведена разделка туш подопытных козлов. Результаты сортовой разделки туши козлов приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Сортная разделка туш козлов

Показатели	Породы козлов	
	местная казахская (n=3)	горноалтайская пуховая (n=3)
Масса отрубов, кг		
1 сорт:		
Тазобедренный	5,75±0,09	5,15±0,09
Поясничный	3,95±0,06	3,90±0,07
Лопаточно-спинной	9,75±0,11	8,50±0,12
2 сорт:		
Зарез	0,35±0,005	0,45±0,006
Предплечье	0,6±0,008	0,5±0,008
Задняя голяшка	0,15±0,002	0,12±0,002

Результаты сортовой разделки туш козлов показали, что у представителей горноалтайской пуховой породы наблюдаются сбалансированные показатели по основным высокосортным отрубам. Так, масса тазобедренного отруба составила $5,15 \pm 0,01$ кг, поясничного – $3,9 \pm 0,06$ кг, а лопаточно-спинного – $8,5 \pm 0,08$ кг. Эти данные свидетельствуют о хорошей выраженности мышечной массы в ключевых анатомических зонах, ответственных за формирование мяса первого сорта.

Несмотря на то, что в контрольной группе (местная казахская порода) убойные показатели были несколько выше, различия между группами по большинству отрубов оказались статистически недостоверными ($p > 0,05$), за исключением лопаточно-спинного отруба, где масса у горноалтайских козлов была достоверно выше ($p < 0,05$). Особенно близкими оказались значения по поясничному отрубам, что указывает на аналогичный уровень развития данной мышечной группы в обеих породах.

По отрубам второго сорта также зафиксирована незначительная разница в массе предплечья ($0,5 \pm 0,08$ кг) и зареза ($0,45 \pm 0,09$ кг), при этом различия статистически незначимы ($p > 0,05$), что подтверждает равномерное распределение мышечной ткани у горноалтайских козлов.

Таким образом, горноалтайская пуховая порода характеризуется удовлетворительными показателями по сортовой разделке туш, морфологической сбалансированностью и выраженной мышечной плотностью, что свидетельствует о её потенциальной пригодности для использования в мясном направлении козоводства при соответствующей системе нагула и откорма.

Органолептический анализ показал, что тушки козлов казахской грубошерстной породы отличаются лучшей упитанностью и выраженными мясными качествами. Мясо имеет светло-розовый цвет и специфический запах, характерный для козлячьего мяса. Органолептический анализ мяса горноалтайской пуховой породы показал его высокую потребительскую привлекательность: мясо светло-розового цвета, запах так же был соответствующим, без специфического аромата, жир белого цвета, консистенция плотная. Это делает продукцию пригодной для диетического питания и расширяет её рыночный потенциал (рисунок 1).

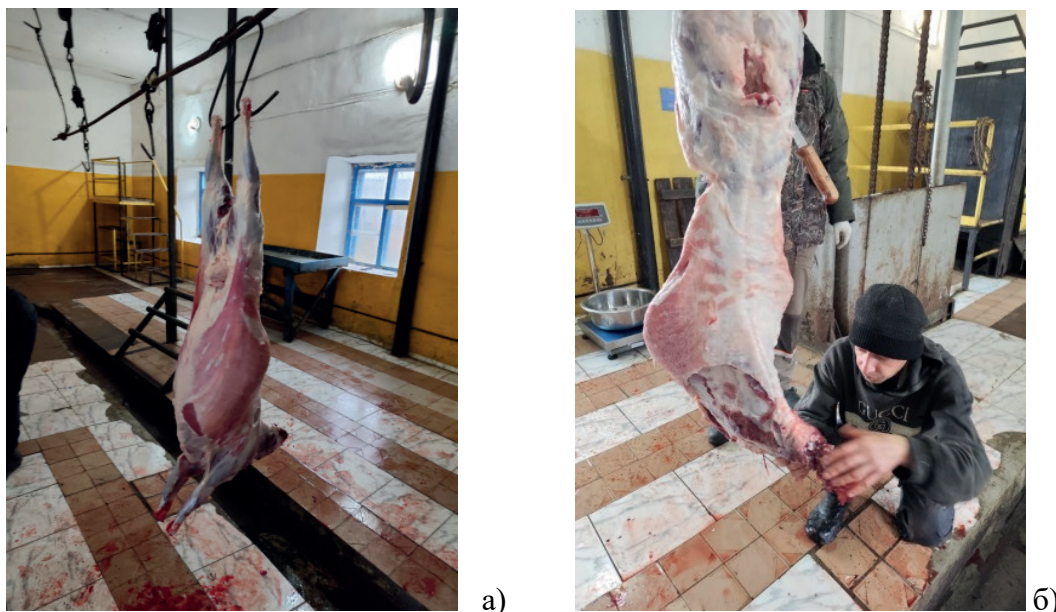


Рисунок 1 – Рисунок 1 – Туша козла после убоя на подвесной линии обвалки (общий вид):
а – горноалтайская порода; б – казахская местная порода

Результаты проведённого исследования свидетельствуют о том, что горноалтайская пуховая порода коз обладает удовлетворительными показателями мясной продуктивности, что позволяет рассматривать её как перспективную для разведения в условиях Павлодарской области. Несмотря на несколько более низкие значения убойного выхода и массы мякоти по сравнению с местной казахской породой, различия по этим показателям оказались статистически достоверными ($p < 0,05$). При этом горноалтайские козлы характеризуются высокой предубойной массой (в среднем 49,5 кг) и удовлетворительным развитием мышечной ткани. Эти особенности указывают на наличие генетического и продуктивного потенциала породы для производства козлятины, который может быть реализован при условии применения целенаправленного откорма, систематического нагульного содержания и комплексной селекционно-племенной работы, направленной на улучшение мясных качеств.

Сортовая разделка туш козлов показала, что масса тазобедренного и поясничного отрубов у горноалтайских пуховых коз достаточно высока и отличается незначительно от аналогичных показателей у коз местной казахской породы. Это указывает на сбалансированность морфологической структуры туш и пригодность породы для товарного производства мяса. По отрубам второго сорта наблюдается равномерное распределение мышечной ткани, что также подтверждает хорошие мясные качества.

Результаты исследований других известных ученых подтверждают наши полученные данные по мясной продуктивности коз.

Так, по данным *Г.В. Алькова* (1999), горноалтайские пуховые козы характеризуются высокой способностью к быстрому нагулу на летних пастбищах, с убойным выходом 45-46% у маток и 47–53% у козлов-кастратов, а выход мяса без костей и сухожилий достигает 74-78% [5].

Исследования *Ю.А. Алексеева*, *Т.А. Хорошайло* и *А.С. Козубова* показали, что масть горноалтайских пуховых коз влияет на убойные показатели: у козовалухов белой масти убойная масса составляла 18,2 кг, а убойный выход – 49,1%, что выше, чем у животных чёрной масти. Это открывает возможности для селекционного отбора по масти с целью повышения мясной продуктивности [11].

Сравнительный анализ с другими породами также подтверждает конкурентоспособность горноалтайской пуховой породы. В исследованиях *И.Г. Белькова* и *В.А. Панина* установлено, что молодняк оренбургской породы, выращенный по интенсивной технологии, имел более высокие показатели убойной массы, однако, по выходу жира и мякоти значимых различий не выявлено [12]. Также по сообщению авторов *М. Gawat*, *М. Boland*, *J. Singh* и *L. Kaur*, такие известные

породы пухового направления, как кашмирская, ангорская в целом не являются идеальными высокопродуктивными козами на рынке с точки зрения качества туши и мяса. Например, ангорские козы не подходят для производства мяса, поскольку их интенсивно разводили для получения более высокого производства мохера, в то время как показатель живой массы был низким [13, 14]. Из-за своего небольшого размера ангорские козы имеют среднюю массу туши всего 13 кг. Кроме того, ангорская коза имеет высокое содержание жира, низкое содержание постного мяса в основных отрубях [15] и была описана как имеющая волокнистую текстуру [16].

Кроме того, возраст убоя животных оказывает значительное влияние на мясную продуктивность. Так, у тувинских козликов-кастратов оптимальным возрастом убоя признан 8 месяцев, при котором достигаются наилучшие показатели убойной массы и выхода туши [17]. Аналогичные закономерности наблюдаются и у казахских грубошерстных коз, у которых максимальные показатели мясной продуктивности достигаются к 18 месяцам [18].

Таким образом, полученные результаты и данные других авторов позволяют сделать вывод о высокой адаптивности и потенциале горноалтайской пуховой породы коз в мясном направлении. При соответствующих корректировках в кормлении, содержании и селекционно-отборной работе возможно значительное повышение мясной продуктивности данной породы в условиях Казахстана.

На основе проведённых научных исследований можно констатировать, что наблюдается хорошая адаптация горноалтайской пуховой породы к природно-климатическим и кормовым условиям северо-востока Казахстана, что в дальнейшем будет способствовать повышению мясной продуктивности местной казахской породы коз.

Заключение

Проведённое научное исследование позволило всесторонне оценить мясную продуктивность горноалтайской пуховой породы коз, разводимых в условиях круглогодичного пастбищного содержания в Павлодарской области Республики Казахстан. Полученные результаты свидетельствуют о высокой предубойной массе $-49,5 \pm 0,87$ кг, удовлетворительном развитии мускулатуры (площадь мышечного глазка – $10,5 \text{ см}^2$) и умеренных показателях убойного выхода $-41,8 \pm 0,57$ %, что в совокупности указывает на адаптационный потенциал данной породы в степных условиях региона.

Несмотря на несколько более низкие значения убойной массы $-20,7 \pm 0,28$ кг и массы мякоти $-13,85 \pm 0,22$ кг по сравнению с местной казахской грубошерстной породой $-25,2 \pm 0,50$ кг и $15,85 \pm 0,23$ кг соответственно, различия по этим параметрам были статистически достоверными $p < 0,05$. При этом горноалтайские пуховые козлы продемонстрировали равномерное распределение мышечной ткани, сбалансированную морфологическую структуру туш и высокую потребительскую привлекательность мяса, особенно в сегменте диетического питания.

Анализ литературных источников показал, что мясная продуктивность горноалтайской пуховой породы варьирует в зависимости от возраста, условий откорма и уровня селекционной проработки. Это открывает перспективы для дальнейшего совершенствования породы путём целенаправленного племенного отбора, внедрения эффективных откормочных режимов и оптимизации технологий содержания.

Таким образом, горноалтайская пуховая порода может быть эффективно использована в системах мясного козоводства Казахстана. При условии внедрения селекционно-технологических мероприятий, направленных на повышение убойных показателей и качества продукции, данная порода способна обеспечить устойчивое развитие мясного животноводства. Дальнейшие исследования в этом направлении позволят научно обосновать стратегии повышения рентабельности производства и укрепления продовольственной безопасности в сельских регионах республики.

Вклад авторов

КО: определение и постановка цели, всесторонний поиск литературы, анализ данных, подготовка рукописи, отправка в редакцию. КШ: разработка методологии исследования, анализ данных, корректировка, вычитка. СШ: общий надзор за исследованием, исследовательская

работа в хозяйстве, анализ данных, корректировка, вычитка. ГД: сбор и обработка данных, участие в анализе данных. ИМ: исследовательская работа в хозяйстве, участие в анализе и обработке данных, оформление рукописи. ТШ: сбор и обработка данных, исследовательская работа в хозяйстве, участие в анализе данных.

Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Исследования проводились в рамках грантового финансирования по проекту AP23489140 «Трансферт инновационных технологий и внедрение эффективных способов производства продукции козоводства».

Список литературы

- 1 Асанбаев, ТШ, Омашев, КК. (2016). *Мировой генофонд сельскохозяйственных животных*. Алматы: Изд-во Эверо, 208.
- 2 Юлдашбаев, ЮА, Кулатаев, БТ, Арынгазиев, БС. (2022). *Козоводство*. Санкт-Петербург: Изд-во Лань, 228.
- 3 Омаркожаулы, Н, Шуркин, А, Султанов, О, Саденова, М. (2018). *Козоводство*. Алматы: Изд-во ТОО «Лантар Трейд», 206.
- 4 *Статистика Продовольственной и сельскохозяйственной организации объединенных наций*. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- 5 Каргачакова, ТБ, Чикалёв, АИ, Юлдашбаев, ЮА, Демин, ВА. (2024). Биологические и некоторые продуктивные особенности горноалтайских пуховых коз. *Овцы, козы, шерстяное дело*, 3, 21-24.
- 6 Межгосударственный стандарт ГОСТ 31777-2012 - «Овцы и козы для убоя. Баранина, ягнятина и козлятина в тушах. Технические условия». Москва: Стандартинформ, 11.
- 7 Межгосударственный стандарт ГОСТ 7596-81 - «Мясо. Разделка баранины и козлятины для розничной торговли». Москва: Стандартинформ, 3.
- 8 Крючков, АВ, Маракулин, ИВ. (2011). *Биометрия: учебное пособие*. Киров: Изд-во ВятГУ, 87.
- 9 Goetsch, AL, Merkel, RC, Gipson, TA. (2011). Factors affecting goat meat production and quality. *Small Ruminant Research*, 101: 1-3, 173-181.
- 10 Алексеева, ЮА, Хорошайло, ТА, Козубов, АС. (2023). Мясная продуктивность коз горноалтайской пуховой породы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 2(100), 324-328.
- 11 Бельков, ИГ, Панин, ВА. (2021). Качественные и количественные показатели мясной продуктивности коз оренбургской породы. *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*, 3(89), 304-307.
- 12 Gawat, M., Boland, M., Singh, J., Kaur, L. (2023). Goat Meat: Production and Quality Attributes. *Foods*, 12: 3130, 1-15.
- 13 Paim, TdP, Faria, DA, Hay, EH, McManus, C, Lanari, MR, Esquivel, LC, Cascante, MI, Alfaro, EJ, Mendez, A., Faco, O., et al. (2019). New World Goat Populations Are a Genetically Diverse Reservoir for Future Use. *Sci. Rep.*, 9, 1476.
- 14 Oman, JS, Waldron, DF, Griffin, DB, Savell, JW. (2000). Carcass traits and retail display-life of chops from different goat breed types. *J. Anim. Sci.*, 78, 1262-1266.
- 15 Vincent, B. (2018). *Farming Meat Goats: Breeding, Production and Marketing (Second edition)*, Australia: CSIRO PUBLISHING: Collingwood, 330.
- 16 Амерханов, ХА, Иргит, РШ, Кыргыз, ТУ, Ондар, СН, Юлдашбаев, ЮА, Самбу-Хоо, ЧС. (2021). Мясная продуктивность молодняка коз тувинской популяции. *Главный зоотехник*, 6.
- 17 Нуралиев, МТ. (2011). Мясная продуктивность казахских грубошерстных коз южного региона Республики Казахстан. *Зоотехния*, 97-99.

References

- 1 Asanbaev, TSH, Omashev, KK. (2016). *Mirovoi genofond sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh*. Almaty: Izd-vo Evero, 208.
- 2 Yuldashbaev, YuA, Kulataev, BT, Aryngaziev, BS. (2022). *Kozovodstvo*. Sankt-Peterburg: Izd-vo Lan', 228.
- 3 Omarkozhauly, N., Shurkin, A., Sultanov, O., Sadenova, M. (2018). *Kozovodstvo*. Almaty: Izd-vo TOO «Lantar Treid», 206.
- 4 *Statistika Prodoval'stvennoj i sel'skohozyajstvennoj organizacii ob"edinennyh nacji*. <https://www.fao.org/faostat/en/#home>
- 5 Kargachakova, TB, Chikalyov, AI, Yuldashbaev, YuA, Demin, VA. (2024). Biologicheskie i nekotorye produktivnye osobennosti gornoaltaiskih puhovyh koz. *Ovcy, kozy, sherstyanoe delo*, 3, 21-24.
- 6 Mezhhgosudarstvennyi standart. GOST 31777-2012 - «Ovcy i kozy dlya uboya. Baranina, yagnyatina i kozlyatina v tushah. Tekhnicheskie usloviya». Moskva: Standartinform, 11.
- 7 Mezhhgosudarstvennyi standart. GOST 7596-81 - «Myaso. Razdelka baraniny i kozlyatiny dlya roznichnoj trgovli». Moskva: Standartinform, 3.
- 8 Kryuchkov, AV, Marakulin, IV. (2011). *Biometriya, uchebnoe posobie*. Kirov: Izd-vo VyatGU, 87.
- 9 Goetsch, AL, Merkel, RC, Gipson, TA. (2011). Factors affecting goat meat production and quality. *Small Ruminant Research*, 101: 1-3, 173-181.
- 10 Alekseeva, YuA, Horoshajlo, TA, Kozubov, AS. (2023). Myasnaya produktivnost' koz gornoaltajskoj puhovoj porody. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2(100), 324-328.
- 11 Bel'kov, IG, Panin, VA. (2021). Kachestvennye i kolichestvennye pokazateli myasnoj produktivnosti koz orenburgskoj porody. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 3(89), 304-307.
- 12 Gawat, M., Boland, M., Singh, J., Kaur, L. (2023). Goat Meat: Production and Quality Attributes. *Foods*, 12, 3130, 1-15.
- 13 Paim, TdP., Faria, DA, Hay, EH, McManus, C, Lanari, MR, Esquivel, LC, Cascante, MI, Alfaro, EJ, Mendez, A, Faco, O., et al. (2019). New World Goat Populations Are a Genetically Diverse Reservoir for Future Use. *Sci. Rep.*, 9, 1476.
- 14 Oman, JS, Waldron, DF, Griffin, DB, Savell, JW. (2000). Carcass traits and retail display-life of chops from different goat breed types. *J. Anim. Sci.*, 78, 1262-1266.
- 15 Vincent, B. (2018). *Farming Meat Goats: Breeding, Production and Marketing (Second edition)*, Australia: Csiro publishing: Collingwood, 330.
- 16 Amerhanov, HA, Irgit, RSh, Kyrgys, TU, Ondar, SN, Yuldashbaev, YuA, Sambu-Hoo, ChS. (2021). Myasnaya produktivnost' molodnyaka koz tuvinskoj populyacii. *Glavnyi zootekhnik*, 6.
- 17 Nuraliev, MT. (2011). Myasnaya produktivnost' kazahskih grubosherstnyh koz yuzhnogo regiona Respubliki Kazakhstan. *Zootekhnika*, 97-99.

Павлодар облысы жағдайында өсірілетін әртүрлі тұқымды ешкі ұшаларының сойыс сапасы мен морфологиялық ерекшеліктері

Омарова К.М., Шайкенова К.Х., Шауенов С.К., Долдашева Г.К.,
Мухаметжарова И.Е., Шарапатов Т.С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Мақалада Қазақстан Республикасының Павлодар облысында жыл бойы жайылымдық бағу жағдайында өсірілетін Таулы Алтай түбітті тұқымы ешкілерінің ет өнімділігін зерттеу нәтижелері келтірілген. Бұл зерттеудің мақсаты Таулы Алтай түбітті тұқымының ешкілерінің ет өнімділігі және ұшаларының сапа көрсеткіштерін зерттеу болып табылады.

Материалдар мен әдістер. Экспериментте ешкілердің ет өнімділігін бағалаудың ультрадыбыстық сканерлеуді, бақылау союды және ұшаларды сорттық бөлуді қоса алғанда, тірі кезіндегі және сойыстан кейінгі әдістері қолданылды.

Нәтижелер. Таулы Алтай түбітті тұқымының текелері сояр алдындағы жоғары салмағымен (49,5 кг), жақсы дамыған бұлшықеттерімен (бұлшықет көзінің ауданы 10,53 см²) және ұшаларының тепе-тең морфологиялық көрсеткіштерімен сипатталатыны анықталды. Сойыс шығымының орташа көрсеткіштеріне қарамастан (41,8%), ешкі етінің органолептикалық қасиеттері жоғары және диеталық қоректенуге жарамды. Зерттеу нәтижелері отандық және шетелдік авторлардың мәліметтерімен сәйкес келеді және Қазақстандағы ешкі шаруашылығының ет өнімділігін арттыру үшін селекциялық және технологиялық бағдарламаларды жетілдіру үшін пайдаланылуы мүмкін.

Қорытынды. Алынған нәтижелер облыстағы етті ешкі шаруашылығының тиімділігін арттырудың әлеуетті резервтерін бекітуге және ешкі етін өндіру технологиясын одан әрі жетілдіру бойынша ұсыныстар әзірлеуге мүмкіндік береді.

Кілт сөздер: Таулы Алтай түбітті ешкі тұқымы; ет өнімділігі; сойыс салмағы; сойыс шығымы.

Slaughter characteristics and morphological features of carcasses of male goats of different breeds in the Pavlodar region

Karlygash M. Omarova, Kymbat H. Shaikenova, Saukymbek K. Shauenov,
Gulzhaynar K. Doldasheva, Ilmira E. Mukhametzharova, Tlekbol S. Sharapatov

Abstract

Background and Aim. The article presents the results of a study on the meat productivity of Mountain Altai downy breed goats raised under year-round pasture conditions in the Pavlodar region of the Republic of Kazakhstan. The aim of this study was to investigate meat productivity and carcass quality characteristics of these goats.

Materials and Methods. The experiment employed both in vivo and post-slaughter methods to assess the meat productivity of the goats. These methods included ultrasound scanning, control slaughter and detailed carcass dissection.

Results. The study revealed that Mountain Altai downy breed goats are characterized by high pre-slaughter weight (49.5 kg), well-developed musculature (muscle eye area of 10.53 cm²) and balanced carcass conformation. Despite a moderate slaughter yield (41.8%), the goat meat exhibits excellent organoleptic properties and is suitable for dietary consumption. These findings align with data from domestic and international research and can be used to refine breeding and technological strategies aimed at enhancing meat productivity in goat farming within Kazakhstan.

Conclusion. The results obtained will help identify potential areas for improving the efficiency of meat goat production in the region and facilitate the development of recommendations for further optimizing goat meat production technologies.

Keywords: mountain Altai downy breed of goats; meat productivity; slaughter weight; slaughter yield.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 219-232. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2(125).1978

УДК 631.863

Исследовательская статья

Использование карбонизированных осадков сточных вод в качестве минерального удобрения: экологические и агрономические аспекты

Хасен Ж.М.² , Казанкапова М.К.^{1,2,3} , Ермағамбет Б.Т.^{1,2,3} , Касенова Ж.М.^{1,2,3} ,
Бейсембаева К.А.¹ , Акимбеков Н.Ш.⁴ , Тастамбек К.Т.⁴ , Тауанов Ж.Т.⁴ ,
Алдыңгурова Ф.Ж.⁵ , Малғаждарова А.Б.^{1,2} , Акшекина Ә.С.¹ 

¹ТОО «Институт химии угля и технологии», Астана, Казахстан,

²Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

³Казахский университет технологии и бизнеса им. К.Кулажанова, Астана, Казахстан,

⁴НИИ «Устойчивости экологии и биоресурсов», КазНУ им. аль-Фараби, Алматы, Казахстан,

⁵ГКП на ПХВ «Астана су арнасы» акимата города Астана, Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Хасен Ж.М.: zh.khassen@nurorda.edu.kz, coaltech@bk.ru

Соавторы: (1: МК) maira_1986@mail.ru; (2: БЕ) bake.yer@mail.ru;

(3: ЖК) zhanar_k_68@mail.ru; (4: КБ) beisembaeva64@mail.ru; (5: НА); akimbeknur@gmail.com;

(6: КТ) kuanyshtastambek@kaznu.edu.kz; (7: ЖТ); tauanov.zhandos@kaznu.kz;

(8: ФА) firyuza.alld@gmail.com; (9: АМ) malgazhdarova.ab@mail.ru;

(10: ӘА) akshekina11@gmail.com

Получено: 30-04-2025 **Принято:** 23-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылки и цель. В условиях растущей потребности в устойчивых сельскохозяйственных технологиях проведено исследование возможности вторичного использования илового осадка сточных вод, подвергнутого пиролизу, в качестве удобрения. Целью работы было выявление оптимальных температур карбонизации илового осадка для получения безопасного и эффективного продукта, способствующего росту растений.

Материалы и методы. В качестве модели использовалась микрозелень рукколы (*Eruca sativa*), благодаря ее быстрой реакции на изменения условий среды. Подготовлены образцы почвы с различным содержанием карбонизированного осадка (10-30%), обработанного при 350-700 °С, и применены шесть режимов полива, включая гумат калия.

Результаты. Результаты эксперимента показали, что наиболее благоприятное влияние на рост растений оказывает осадок, карбонизированный при 700 °С: отмечено ускоренное прорастание, удлинение ростков и повышение урожайности. Это связано с детоксикацией материала и сохранением питательных веществ в процессе термической обработки.

Закключение. Исследование подчеркивает потенциал карбонизированного ила как экологически обоснованной альтернативы традиционным удобрениям и его вклад в развитие циркулярной экономики.

Ключевые слова: иловый осадок; карбонизация; пиролиз; устойчивое сельское хозяйство; эффективное управление отходами; агроэкология.

Введение

Вопросы очистки сточных вод и утилизации образующегося илового осадка остаются актуальными и недостаточно решенными в большинстве крупных городов, включая столицу Казахстана – Астану. Иловые осадки представляют собой осадки сточных вод (ОСВ), образующиеся на очистных сооружениях в процессе механической, биологической и физико-

химической очистки воды. Эти осадки состоят преимущественно из органических (до 80%) и минеральных (около 20%) примесей [1]. На территории стран СНГ иловые осадки часто просто складываются на открытых площадках без дополнительной переработки. Такой метод утилизации требует значительных территорий, создает биологическую и токсикологическую угрозу и способствует загрязнению окружающей среды [2]. Таким образом, проблемы утилизации осадков требуют внедрения новых технологий, способных снизить нагрузку на окружающую среду и повысить экологическую безопасность. Разработка эффективной технологии переработки и использования ОСВ является не только экологически, но и экономически значимой задачей для многих городов республики [3, 4].

На сегодняшний день широко применяемыми методами утилизации ОСВ являются аэробное и анаэробное компостирование, сжигание, пиролиз и газификация [5]. Дополнительно, из-за отсутствия азота и углерода в золе требуется внесение дополнительных удобрений, что ограничивает её прямое использование в сельском хозяйстве [6]. В Европе сжигание ОСВ практикуется достаточно широко, что объясняется высокой эффективностью метода в сокращении объемов иловых осадков. Исследования показывают, что зола содержит фосфор и магний, что делает её потенциальным источником удобрений для сельского хозяйства, однако её прямое использование требует контроля содержания тяжелых металлов. Анализ золы, взятой из различных регионов, показал, что она содержит ценные элементы, такие как фосфор (P), кальций (Ca), магний (Mg), сера (S), а также микроэлементы [7].

Применение концепции циркулярной экономики (ЦЭ) в переработке ОСВ представляет собой важную стратегию устойчивого развития, направленную на создание замкнутых циклов использования материалов, минимизацию отходов и снижение загрязнений окружающей среды. ЦЭ подразумевает переработку и повторное использование ресурсов, таких как фосфор, содержащийся в ОСВ, что особенно актуально в условиях глобального дефицита удобрений. Это направление нашло поддержку в ряде стран, однако внедрение ЦЭ требует значительных инвестиций в технологии, что становится основным барьером [8].

Сжигание как метод утилизации осадков может быть обоснованно подвергнуто критике, так как при этом теряются агрономически полезные компоненты, что снижает ценность оставшейся золы как удобрения [9]. Одним из эффективных альтернативных подходов к переработке ОСВ является его карбонизация (пиролиз) в контролируемой атмосфере азота. Этот процесс позволяет сохранить такие питательные элементы, как фосфор, калий и кальций, которые могут быть использованы в качестве удобрений [10].

Как показывают исследования, пиролиз ОСВ при температурах 550-700 °C способствует значительной концентрации фосфора и калия в получаемом биокарбоне, делая его пригодным для дальнейшего использования в качестве минерального удобрения. В отличие от традиционного сжигания, этот метод позволяет минимизировать потери ценных элементов и повысить их доступность для растений [11]. Кроме того, пиролиз ОСВ в атмосфере азота, по сравнению с другими методами переработки, обладает значительными преимуществами: он снижает количество вредных соединений, минимизирует содержание летучих элементов и делает осадки более безопасными для окружающей среды [12].

В рамках данного исследования предлагается рассмотреть использование обезвоженного осадка сточных вод города Астана, подверженного карбонизации в атмосфере азота, в качестве удобрения. Это исследование предполагает оценку агрономических свойств продукта карбонизации, включая его влияние на качество почвы, уровень содержания питательных веществ и безопасность для окружающей среды. В случае успешной реализации метод может значительно сократить объемы отходов и улучшить экологическую обстановку, а также способствовать развитию ресурсосберегающих технологий, что является важной задачей в условиях современных изменений климата и нарастающей потребности в продуктах питания.

Материалы и методы

Методика получения карбонизированного илового осадка. Проба обезвоженного илового осадка сточных вод была отобрана на Канализационных очистных сооружениях «ГКП на ПХВ «Астана Су Арнасы». Состав проб обезвоженного осадка сточных вод приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Характеристики обезвоженного осадка

Наименование	Ед. измерения	Минимальная концентрация	Максимальная концентрация
Органическое вещество (гумус)	%	20,3	29,3
Водородный показатель, pH	Единицы pH	6,18	6,69
Органический углерод	г/кг	29,8	53,1
Коли-титр	г	не обнаружено	
Титр анаэробов (Cl. Perfigens)	г	не обнаружено	
Цинк	мг/кг	11,3	20,3
Калий водорастворимый	мг/кг	2,4	8,5
Кремний	мг/кг	12,3	82,3
Железо	мг/кг	1425,0	3012,3
Медь	мг/кг	25,6	52,3
Азот общий	%	0,8	3,8
Валовый фосфор	мг/кг	11,6	24,1

Иловый осадок предварительно высушивают в течении двух недель естественным способом на открытом воздухе. Для получения карбонизированного ила, высушенный осадок измельчают до фракций 1-3 см. Затем происходит карбонизация пробы при температурах 550 °C и 700 °C для удаления легколетучих компонентов и получения крупнопористой структуры. Карбонизация – это процесс термической обработки органического материала в инертной атмосфере, в результате которого происходит термическое разложение органических соединений с образованием твердого углеродистого остатка – карбонизата. В данном исследовании процесс карбонизации осуществлялся с использованием пиролизной печи, что было направлено на сохранение питательных веществ и снижение токсичности осадка.

Первым этапом получения илового осадка является сушка, проводится при 180 °C со скоростью 10 °C/мин нагрева в течение 1 ч в атмосфере воздуха. Далее карбонизация образцов проводилась в инертной среде (азот) при температурах 550 °C и 700 °C со скоростью 5 °C/мин.

Эксперименты по карбонизации илового осадка проводят на опытно-лабораторной высокотемпературной вращающейся печи BR-12NRT (рисунок 1).



Рисунок 1 – Лабораторная роторная вращающаяся высокотемпературная печь BR-12NRT для процесса карбонизации и активации

Методика подготовки почвы и поливной воды к высадке семян. Для исследования использовали готовый грунт и две пробы карбонизированного илового осадка полученные при разных температурах пиролиза.

Таблица 2 – Содержание питательных веществ в почве, мг/л

Азот (сумма аммонийного, нитратного и амидного азота)	не менее 180
Фосфор (в пересчете на P_2O_5)	не менее 290
Калий (в пересчете на K_2O)	не менее 330
Показатель кислотности в солевой среде (pH HCl)	5,4-6,6

Были приготовлены семь различных образцов почвы:

1. Образец №1: готовый грунт в чистом виде (100%).
2. Образец №2: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 550 °C) в соотношении 90:10.
3. Образец №3: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 550 °C) в соотношении 80:20.
4. Образец №4: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 550 °C) в соотношении 70:30.
5. Образец №5: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 700 °C) в соотношении 90:10.
6. Образец №6: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 700 °C) в соотношении 80:20.
7. Образец №7: готовый грунт, смешанный с карбонизированным илом (полученным при температуре 700 °C) в соотношении 70:30.

Для исследования влияния поливной воды были использованы четыре вида растворов: водопроводная вода, раствор гумата калия с концентрацией 0,1%, смесь водопроводной воды и карбонизированного илового осадка, а также смесь раствора гумата калия с концентрацией 0,1% и карбонизированного илового осадка. Были приготовлены шесть различных растворов для полива семян:

1. Раствор №1: чистая водопроводная вода.
2. Раствор №2: смесь водопроводной воды и 10 г карбонизированного илового осадка (полученным при температуре 550 °C), общий объем 1 л.
3. Раствор №3: смесь водопроводной воды и 10 г карбонизированного илового осадка (полученным при температуре 700 °C), общий объем 1 л.
4. Раствор №4: раствор гумата калия с концентрацией 0,1%.
5. Раствор №5: смесь раствор гумата калия с концентрацией 0,1% и 10 г карбонизированного илового осадка (полученным при температуре 550 °C), общий объем 1 л.
6. Раствор №6: смесь раствор гумата калия с концентрацией 0,1% и 10 г карбонизированного илового осадка (полученным при температуре 700 °C), общий объем 1 л.

Методика проведения испытания с семенами. Для анализа влияния карбонизированного илового осадка на рост растений была использована руккола (микрорезель) в качестве тестовой культуры. Руккола была выбрана из-за своей быстроты роста, а также способности активно реагировать на изменения условий выращивания, включая состав удобрений. В эксперименте использовались различные образцы почвы, которые обрабатывались различными поливными растворами. Это позволило оценить влияние разных типов поливной воды и удобрений на развитие растений. Период первой фазы от всходов до уборки составляет 7-10 дней.

1. Высадка семян: Семена были посажены в почву, увлажнены поливными растворами.
2. Уход за почвой: Влажность почвы поддерживалась на оптимальном уровне, особенно на солнце. При подсыхании почва увлажнялась с помощью сеялки.
3. Наблюдение за ростом: Записывались данные о появлении первых ростков, количество проросших семян, рост растений измеряли линейкой.
4. Заключение: Подготовка заключения по результатам исследования.

Химический анализ и морфологию поверхности изучали методом энергодисперсионной рентгеновской спектроскопии с использованием прибора SEM (Quanta 3D 200i) с приставкой для энергодисперсионного анализа фирмы EDAX. Сканирующий электронный микроскоп (СЭМ) - это тип электронного микроскопа, который создает изображения образца путем сканирования

поверхности сфокусированным лучом. Полученные изображения позволяют увидеть морфологию поверхности образца.

Результаты и обсуждение

Полученные летучие вещества после карбонизации садка были исследованы на хроматографе Кристалл-Люкс. Газовая смесь начинает гореть с 300 °С до 550 °С, говоря о наличии водорода в составе смеси. Данное наблюдение подтверждается результатами газовой хроматографии (таблица 3).

Таблица 3 – Газовый состав карбонизации илового осадка сточных вод

Т, °С	Газовый состав, %			
	N ₂	H ₂	O ₂	CO ₂
200	75,82	0,00	24,14	0,04
300	19,89	60,36	19,75	0,00
400	58,57	25,33	16,10	0,00
500	67,93	23,88	8,13	0,06
550	79,86	0,28	16,99	2,87
600	97,86	0,00	0,10	2,04
700	77,88	0,21	20,80	1,11

Составлен материальный баланс процесса карбонизации илового осадка при различных температурах, который представлен в таблицах 4 и 5.

Таблица 4 – Материальный баланс карбонизации илового осадка сточных вод (550 °С)

Входящие продукты	г	%	Исходящие продукты	г	%
Ил	300	100	Твердый остаток	203,56	67,85
			Вода и смолы	63,00	21,00
			Газы	33,44	11,15
Всего	300	100		300	100

Таблица 5 – Материальный баланс карбонизации илового осадка сточных вод (700 °С)

Входящие продукты	г	%	Исходящие продукты	г	%
Ил	300	100	Твердый остаток	179,65	58,89
Вода			Вода и смолы	49,00	16,33
Всего			Газы	71,35	23,78
Всего	300	100		300	100

Полученные углистые твердые материалы после карбонизации при различных температурах были исследованы с помощью сканирующей электронной микроскопии с энергодисперсионной рентгеновской спектроскопией (SEM/EDS).

Сравнительный анализ элементного состава образцов, полученных при температурах 550 °С и 700 °С, показал существенные изменения в концентрациях отдельных элементов, что указывает на термическое преобразование материалов (рисунки 2 и 3).

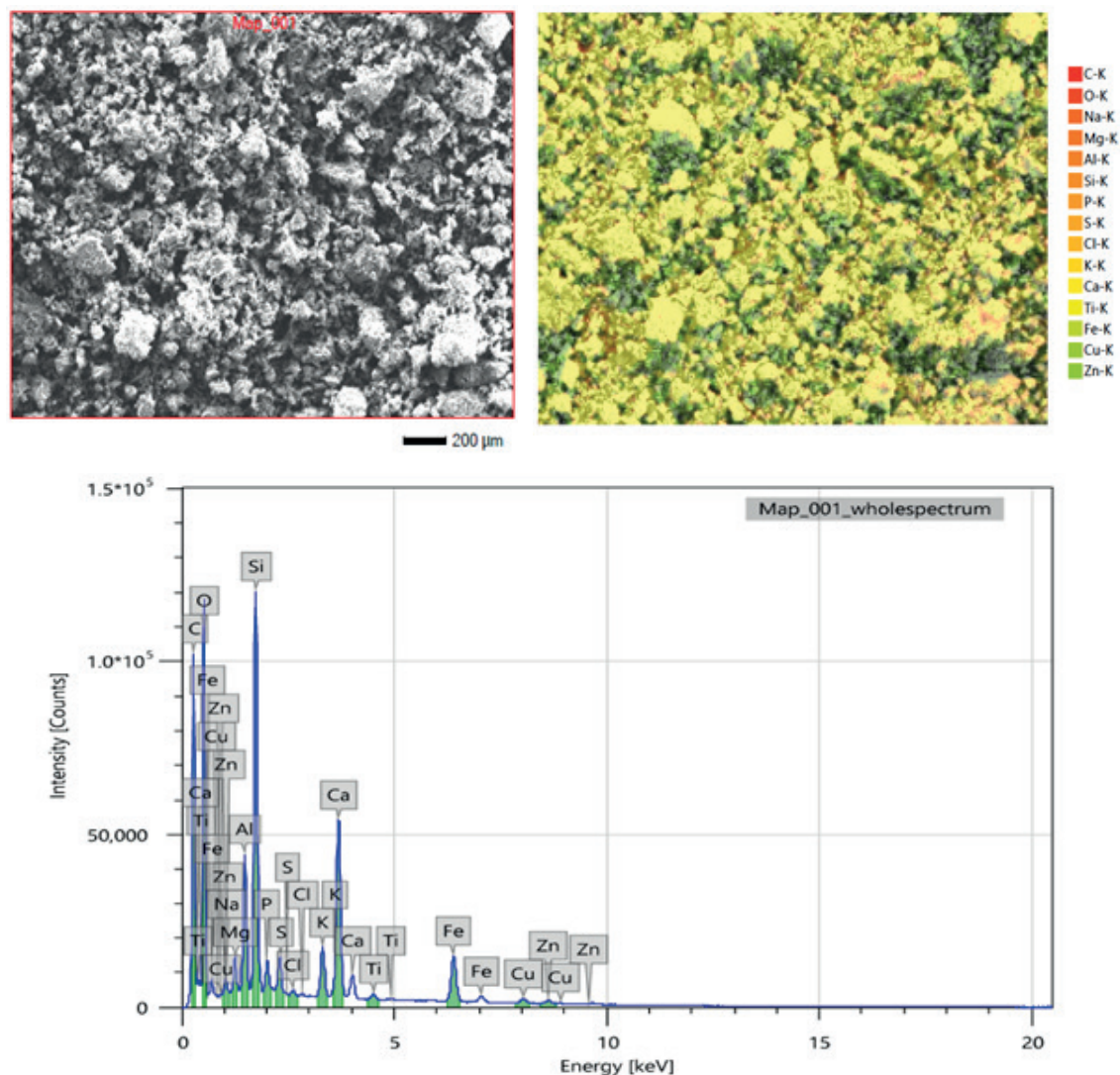
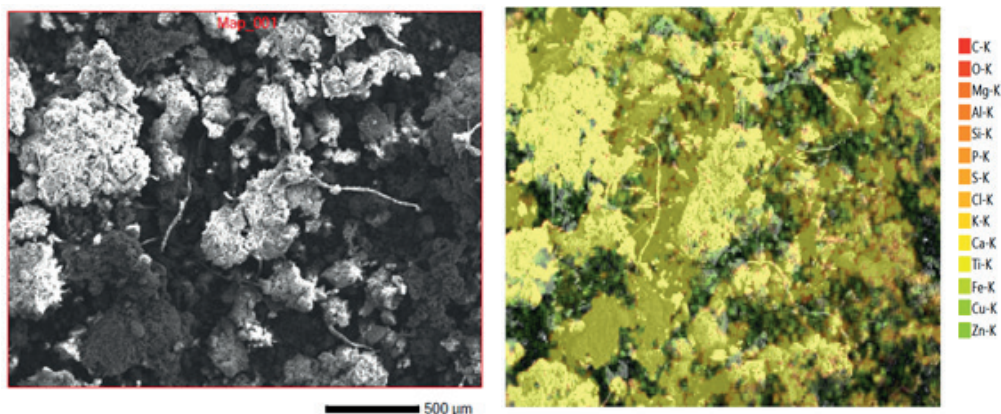


Рисунок 2 – EDS спектр элементного состава карбонизированного илового осадка, полученный при 550 °C

Для образца, обработанного при 550 °C, основным элементом является углерод (C), составляющий 40,42% по массе и 53,99% по атомной доле (таблица 6). При увеличении температуры до 700 °C концентрация углерода заметно возросла до 43,93% по массе и 57,56% по атомной доле. Это указывает на усиление карбонизации материала, что характерно для процессов термической обработки органических остатков.



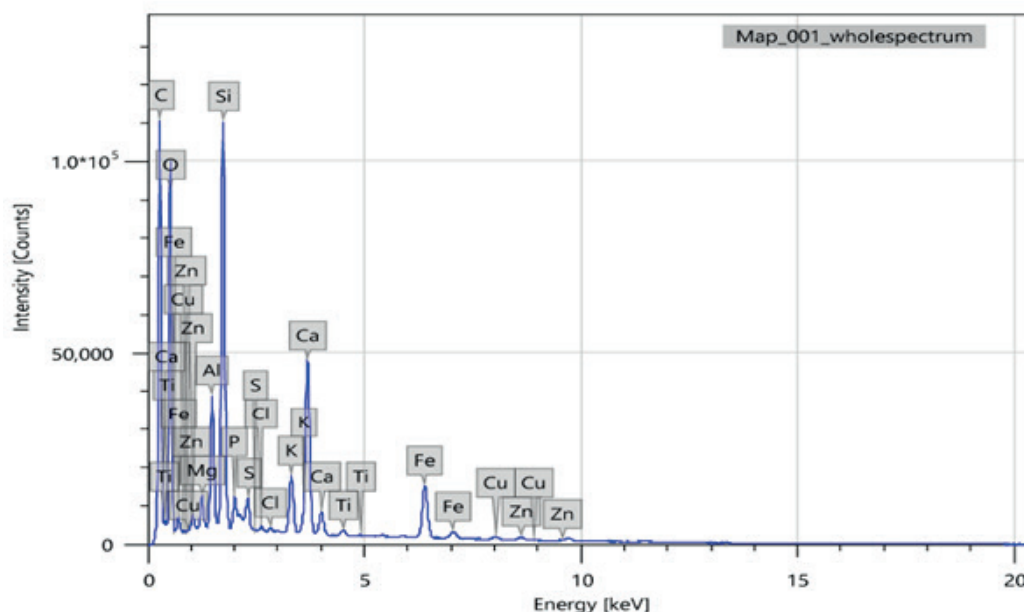


Рисунок 3 – EDS спектр элементного состава карбонизированного илового осадка, полученный при 700 °С

Содержание кислорода (O) показывает противоположную динамику: при повышении температуры доля кислорода снизилась с 33,95% до 32,22% по массе и с 34,04% до 31,69% по атомной доле. Это свидетельствует о дегидратации и удалении летучих кислородсодержащих соединений.

Содержание алюминия (Al) и кремния (Si) незначительно уменьшается при повышении температуры, что подтверждает их термическую стабильность в условиях эксперимента. При этом изменения в содержании кальция (Ca), серы (S), и железа (Fe) остаются минимальными, что может быть связано с их слабой подвижностью в данных температурных условиях.

Незначительное изменение концентрации фосфора (P) и калия (K) при увеличении температуры с 550 °С до 700 °С свидетельствует об их устойчивости к термическому воздействию. Этот факт подтверждает целесообразность применения пиролиза как эффективного метода для получения минеральных удобрений, сохраняя при этом ценные питательные элементы в составе продукта. Такие результаты подчеркивают перспективность технологии термической обработки осадков сточных вод для создания экологически безопасных и эффективных удобрений.

Таблица 6 – Элементный состав образцов после карбонизации

Элемент	Массовая доля в % при 550 °С	Атомная доля в % при 550 °С	Массовая доля в % при 700 °С	Атомная доля в % при 700 °С
C	40,42±0,03	53,99±0,04	43,93±0,03	57,56±0,04
O	33,95±0,04	34,04±0,04	32,22±0,04	31,69±0,04
Na	0,50±0,01	0,35±0,00	-	-
Mg	0,76±0,00	0,50±0,00	0,69±0,00	0,45±0,00
Al	2,63±0,01	1,57±0,00	2,41±0,01	1,40±0,00
Si	7,30±0,01	4,17±0,01	6,99±0,01	3,91±0,01
P	0,83±0,00	0,43±0,00	0,64±0,00	0,33±0,00
S	0,89±0,00	0,45±0,00	0,66±0,00	0,33±0,00
Cl	0,17±0,00	0,08±0,00	0,17±0,00	0,08±0,00
K	1,53±0,01	0,63±0,00	1,68±0,01	0,68±0,00
Ca	5,91±0,01	2,37±0,00	5,50±0,01	2,16±0,00

Продолжение таблицы 6

Ti	0,25±0,00	0,08±0,00	0,25±0,00	0,08±0,00
Fe	3,63±0,01	1,04±0,00	4,01±0,01	1,13±0,00
Cu	0,63±0,01	0,16±0,00	0,40±0,01	0,10±0,00
Zn	0,58±0,01	0,14±0,00	0,44±0,01	0,10±0,00

Микрофотографии образцов представлены на рисунке 4. Морфологический анализ образцов выявил неоднородность поверхности.

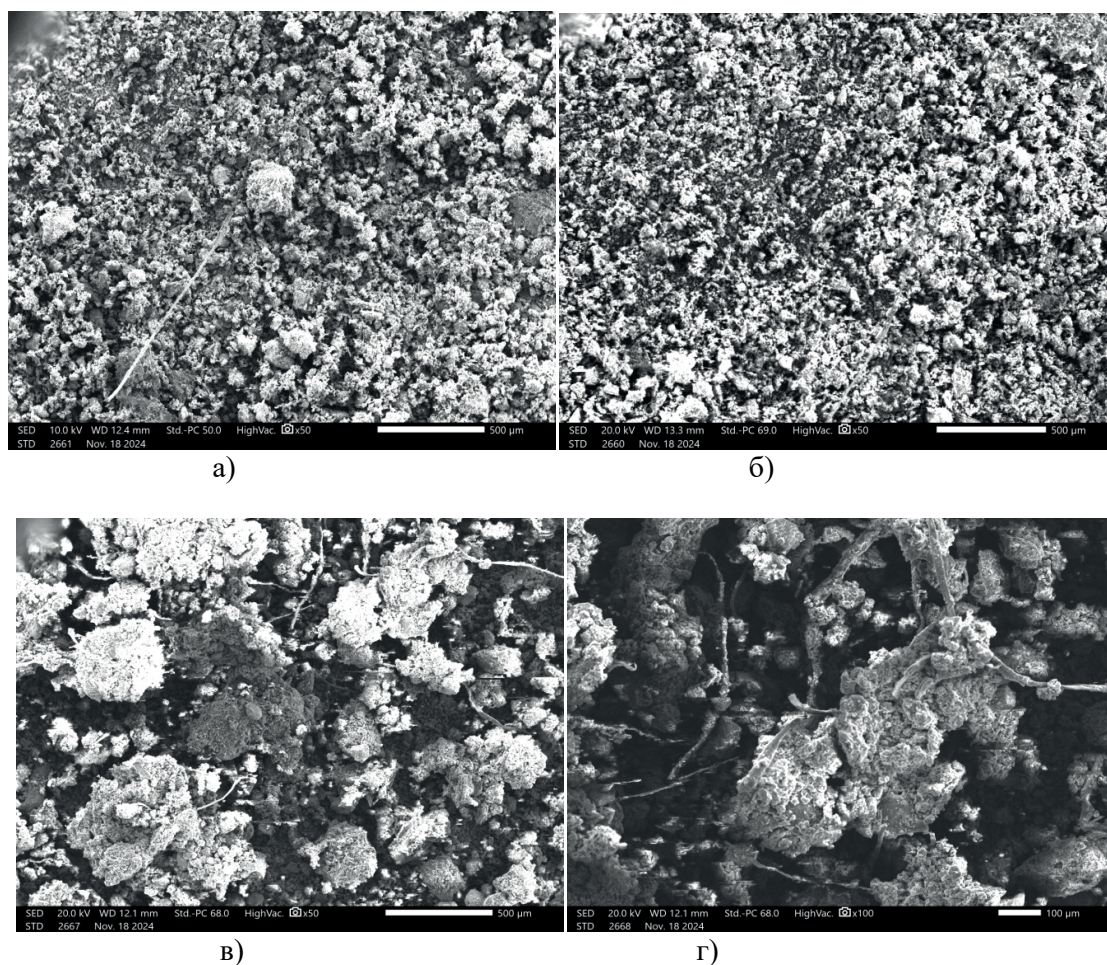


Рисунок 4 – Электронно-микроскопические снимки образцов: карбонизированный иловый осадок, полученный при 550 °C (а – $\times 10000$, б – $\times 20000$) и карбонизированный иловый осадок, полученный при 700 °C (в – $\times 20000$, г – $\times 20000$)

Электронно-микроскопические изображения карбонизованных образцов, представленные на рисунке 4 характеризуются включениями в виде хлопьев в углеродной матрице, частицами пластинчато-лестничной формы и частицами углеродных нанотрубок. Эти нанотрубки могут образовываться путем газофазного осаждения углеродных матриц на поверхности металлических активных частиц (например, Ti, Fe, Cu или Zn), присутствующих в продукте, которые могут выступать в качестве катализаторов.

Результаты показали, что первые всходы семян рукколы появились через три дня в кассетной рассадке, где использовалась готовый грунт в чистом виде, поливаемый растворами с различным содержанием ила, что указывает на благоприятное влияние карбонизированного ила на ранний рост растений (рисунке 4). Во всех других ячейках ростки появились через неделю.

Ячейка №6 (грунт, вода + ил (550 °C)) в кассетной рассаде №2 показала наибольшую длину ростка – 8 см. Наибольшее количество ростков было в ячейках №5, №10 (грунт + ил (700 °C), 70:30; вода) с результатом 18 шт. На основе полученных данных построены две диаграммы (рисунках 5 и 6).

Результаты эксперимента по выращиванию рукколы с использованием грунта и поливочных растворов различных по составу показали значительные различия в росте и развитии растений.

Хронология ключевых событий:

11 октября 2024 года, на 5-й день эксперимента, в ячейке №6 (грунт, гумат калия 0,1% + ил (550 °C)), кассетная рассадка №2, росточки показали лучший результат с длиной 2-4 см, что свидетельствует о более раннем начале цветения при использовании данного состава поливочного раствора.

К 15 октября 2024 года наблюдалась следующая картина цветения:

- Ячейки №1 и №6, рассадка №3, (грунт + ил (550 °C), 90:10; вода): 15 ростков.
- Ячейки №5 и №10, рассадка №0, (грунт + ил (700 °C), 70:30; вода): 13 ростков.
- Ячейки №1 и №6, рассадка №0, (грунт + вода): 12 ростков.

Анализ ростков выявил максимальный рост в следующих ячейках:

- Ячейка №6, рассадка №2, (грунт, вода + ил (550 °C)): 6 см.
- Ячейка №3, рассадка №0, (грунт, гумат калия 0,1% + ил (550 °C)): 5,5 см.
- Ячейка №1, рассадка №0, (грунт + вода): 4,5 см.



Рисунок 4 – Кассеты с рассадой (№3, №2 и №0, слева направо) на 16-й день эксперимента

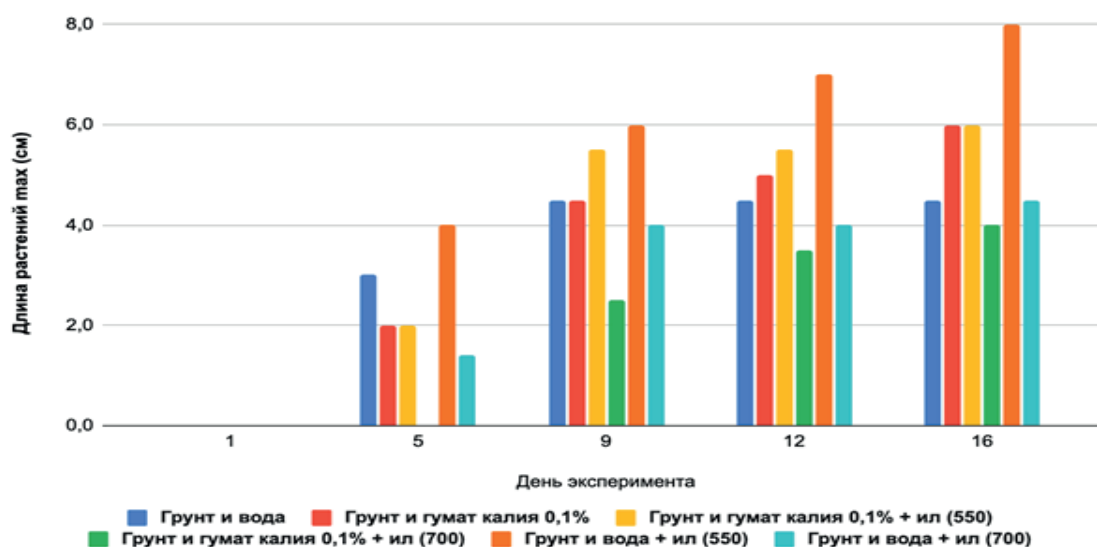


Рисунок 5 – Диаграмма зависимости длины ростка от полива и времени

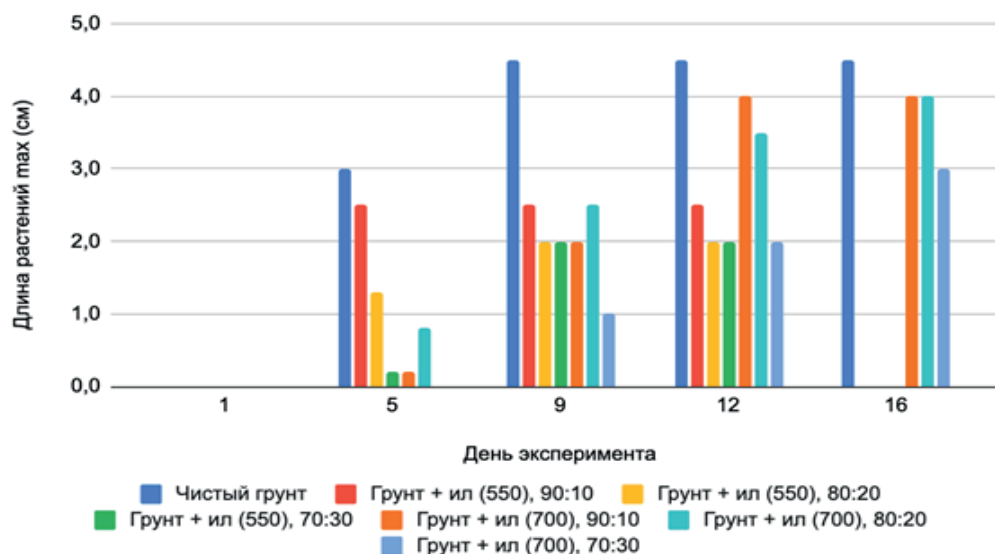


Рисунок 6 – Диаграмма зависимости длины ростка от состава грунта и времени

Эти данные подтверждают положительное влияние ила как удобрения, применяемого в твердом виде и в качестве поливочного раствора.

22 октября 2024 года, ростки в ячейках, наполненных грунтом в смеси с илом (550 °C) засохли, демонстрируя низкую устойчивость. Растения в ячейках №5 и №10, рассада №0, показали наибольшую устойчивость, увеличив количество цветков до 18 (рисунки 7 и 8).

Растения в ячейках №6, рассада №2, показали наибольший рост, увеличив максимальную длину ростков до 8 см.

Эксперимент показал, что удобрения на основе карбонизированного илового осадка, оказывают наиболее благоприятное воздействие на рост рукколы. Растения, обработанные этими удобрениями, демонстрировали более ранний всход семян, лучшее развитие ростков, более высокую устойчивость. Эти результаты свидетельствуют о потенциале использования карбонизированного илового осадка, для повышения урожайности и устойчивости сельскохозяйственных культур.

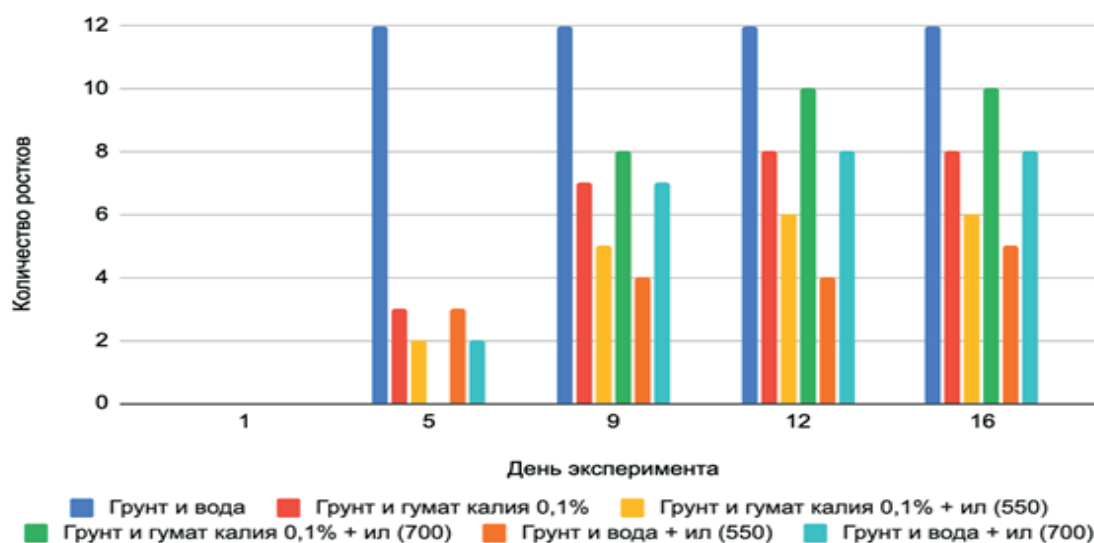


Рисунок 7 – Диаграмма зависимости количества ростков от полива и времени

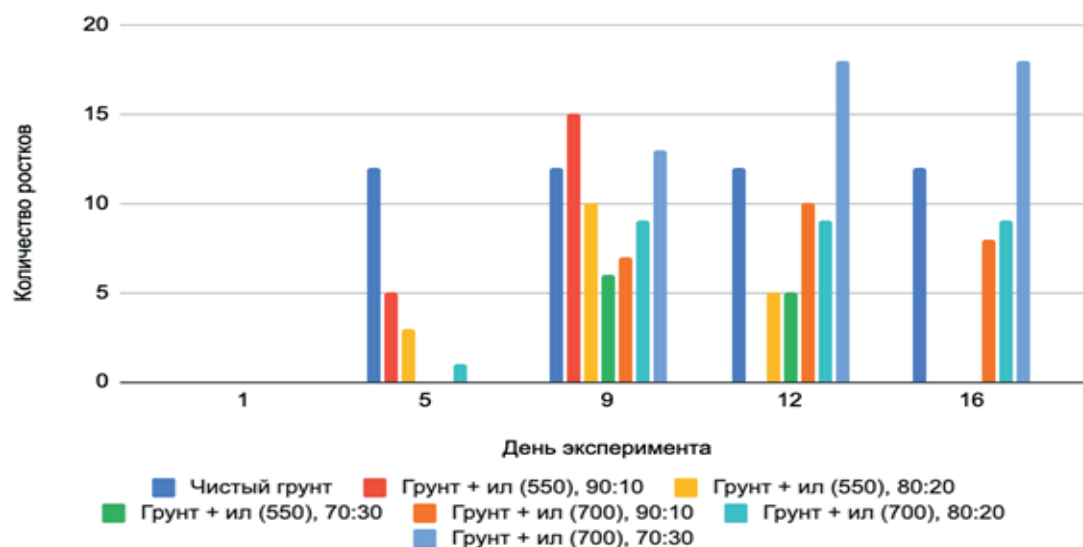


Рисунок 8 – Диаграмма зависимости количества ростков от состава грунта и времени

Анализ химического состава показал, что содержание тяжелых металлов в карбонизированном шламе не превышает допустимых значений, установленных санитарными нормами. В частности, содержание цинка составляет до 20,3 мг/кг, а меди до 52,3 мг/кг в пересчете на сухое вещество. В соответствии с требованиями Технического регламента СанПиН 2.1.7.1322-03 предельно допустимая концентрация цинка в удобрениях не превышает 1000 мг/кг, а меди - 750 мг/кг. Таким образом, исследуемый карбонизированный шлак полностью соответствует нормативным требованиям по содержанию меди и цинка, что подтверждает его экологическую и санитарную безопасность для использования в сельском хозяйстве.

Таблица 7 – Сравнительная таблица показатели традиционных минеральных удобрений и карбонизированного ила

Показатель	Карбонизированный ил	Минеральные удобрения
Источник макроэлементов (NPK)	есть, но в умеренных дозах	высокий
Органическое вещество / углерод	да	отсутствует
Долговременное действие	да (медленное высвобождение)	кратковременное
Побочные продукты	нет	возможно закисление почвы
Ресурсосбережение	да (вторсырьё)	нет
Содержание гумуса, %	20,3-29,3	отсутствует

По результатам сравнительного анализа, по сравнению с традиционными минеральными удобрениями, карбонизированный ил содержит больше органического вещества и гумуса (до 29,3%), что улучшает структуру почвы, имеет долгосрочное действие, обеспечивающее постепенное высвобождение питательных веществ, а также способствует экономии ресурсов. Использование карбонизированного ила в качестве удобрения оказывает долгосрочное положительное влияние на здоровье почвы. Это связано с тем, что удобрение карбонизированным илом приводит к увеличению содержания связанного органического углерода, что способствует формированию гумусового горизонта и баланса углерода, стимулирует микробиоту почвы за счет создания благоприятной микросреды и пористой структуры карбонизированного ила, а

также может проявлять буферную способность против закисления за счет щелочной реакции карбонизированных материалов. Таким образом, карбонизированное иловое удобрение можно считать эффективной и безопасной альтернативой традиционным минеральным удобрениям.

Заключение

Проведенное исследование продемонстрировало значительный потенциал использования карбонизированного илового осадка сточных вод в качестве удобрения. Экспериментально установлено, что добавление осадка, подвергнутого карбонизации при температурах 550 °C и 700 °C, способствует улучшению агрономических характеристик почвы, ускорению прорастания семян рукколы и повышению устойчивости растений к неблагоприятным условиям.

Осадок, карбонизированный при 700 °C, проявил наибольшую эффективность благодаря оптимальному соотношению сохранных питательных веществ и снижению токсичности. Смеси почвы с различным содержанием ила продемонстрировали не только увеличение биомассы растений, но и потенциал для долгосрочного применения в аграрных системах, направленных на устойчивое развитие.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности метода карбонизации для утилизации иловых осадков, позволяя одновременно решать задачи переработки отходов и повышения сельскохозяйственной продуктивности. Внедрение данной технологии может стать важным шагом на пути к сокращению нагрузки на окружающую среду, улучшению качества почвы и созданию ресурсосберегающих систем земледелия.

Дальнейшие исследования могут быть сосредоточены на изучении влияния карбонизированного илового осадка на другие сельскохозяйственные культуры, а также на разработке масштабируемых методов его применения в различных климатических и почвенных условиях. Также необходимо разработать эффективные методы удаления или нейтрализации тяжелых металлов, чтобы обеспечить экологическую безопасность получаемого продукта. Это может включать использование сорбентов, химической обработки или биотехнологических подходов. Такие меры позволят создать высокоэффективные минеральные удобрения с минимальным воздействием на окружающую среду, что особенно важно в условиях роста потребностей в продовольствии и сохранения экологической устойчивости.

Вклад авторов

ЖХ, МК, БЕ и ЖК: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний анализ литературы, интерпретировали полученные данные и подготовили первоначальный вариант рукописи. КБ, НА, КТ и ЖТ: участвовали в постановке эксперимента, сборе и обработке экспериментальных данных. ФА, АМ и ЭА: провели критический анализ и окончательную редакцию рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательный вариант рукописи.

Информация о финансировании

Данное исследование финансируется Комитетом науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан в рамках программно-целевого финансирования №BR24992833 «Разработка химических и биохимических решений для сокращения углеродного следа и восстановления экосистем через переработку отходов».

Список литературы

- 1 Благоразумова, АМ. (2014). *Обработка и обезвоживание осадков городских сточных вод*. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Издательство «Лань», 208.
- 2 Воронов, ЮВ, Яковлев, СВ. (2006). *Водоотведение и очистка сточных вод: учебное пособие*. Москва: 704.
- 3 Оспанов, КТ. (2013). Анализ современного состояния обработки осадков сточных вод городов Республиканского назначения. *Вестник КазНТУ*, 5, 22-25.

- 4 Исламов, ЕИ. (2015). Об актуальных вопросах очистки канализационных сточных вод в городе Астане. *Вестник УГНТУ*, 1(11), 109-111.
- 5 Ahmad, S., et al. (2019). Physico-chemical properties of sewage sludge and its energy recovery potential. *Journal of Environmental Management*, 240, 200-212.
- 6 Raheem, A. (2018). Opportunities and challenges in sustainable treatment and resource reuse of sewage sludge: a review. *Chemical Engineering Journal*, 337, 616-641.
- 7 Furr, AK, Parkinson, TF, Bache, CA, Gutenmann, WH, Pak-kala, IS, aLisk, DJ. (1980). Multielement absorption by crops grown on soils amended with municipal sludge ashes. *J. Agric. Food Chem*, 28, 660-662.
- 8 Gorazda, K., et al. (2017). Fertilizers production from ashes after sewage sludge combustion A strategy towards sustainable development. *Environmental Research*, 154, 171-180.
- 9 Bierman, PM, Rosen, CJ. (1994). Phosphate and trace metal availability from sewage-sludge incinerator ash. *Journal of Environmental Quality*, 23, 822-830.
- 10 Sharma, P., Reddy, KV. (2017). High volatile matter content in solid materials indicates great potential for energy production through pyrolysis. *Bioresource Technology*, 241, 111-119.
- 11 Klein, M., Limmer, M., Reinhold, P. (2018). Phosphorus recovery from sewage sludge: a review of possible technologies. *Waste and Biomass Valorization*, 9, 767-779.
- 12 Metcalf, LJ, Eddy, HP. (2014). Carbonization: transformation of organic matter into carbon-rich biochar at high temperatures. *Wastewater Treatment: Purification and Resource Recovery*. 5th ed. Moscow: McGraw-Hill. 810.

References

- 1 Blagorazumova, AM. (2014). *Obrabotka i obezvozhivanie osadkov gorodskikh stochnykh vod*. 2-e izd., ispr. i dop. SPb.: Izdatel'stvo "Lan", 208.
- 2 Voronov, YuV, Yakovlev, SV. (2006). *Vodootvedenie i ochistka stochnykh vod: uchebnoe posobie*. Moskva: 704.
- 3 Ospanov, KT. (2013). Analiz sovremennogo sostoyaniya obrabotki osadkov stochnykh vod gorodov Respublikanskogo naznacheniya. *Vestnik KazNTU*, 5, 22-25.
- 4 Islamov, EI. (2015). Ob aktual'nykh voprosakh ochistki kanalizatsionnykh stochnykh vod v gorode Astane. *Vestnik UGNTU*, 1(11), 109-111.
- 5 Ahmad, S., et al. (2019). Physico-chemical properties of sewage sludge and its energy recovery potential. *Journal of Environmental Management*, 240, 200-212.
- 6 Raheem, A. (2018). Opportunities and challenges in sustainable treatment and resource reuse of sewage sludge: a review. *Chemical Engineering Journal*, 337, 616-641.
- 7 Furr, AK, Parkinson, TF, Bache, CA, Gutenmann, WH, Pak-kala, IS, Lisk, DJ. (1980). Multielement absorption by crops grown on soils amended with municipal sludge ashes. *J. Agric. Food Chem*, 28, 660-662.
- 8 Gorazda, K., et al. (2017). Fertilizers production from ashes after sewage sludge combustion A strategy towards sustainable development. *Environmental Research*, 154, 171-180.
- 9 Bierman, PM, Rosen, CJ. (1994). Phosphate and trace metal availability from sewage-sludge incinerator ash. *Journal of Environmental Quality*, 23, 822-830.
- 10 Sharma, P., Reddy, KV. (2017). High volatile matter content in solid materials indicates great potential for energy production through pyrolysis. *Bioresource Technology*, 241, 111-119.
- 11 Klein, M., Limmer, M., Reinhold, P. (2018). Phosphorus recovery from sewage sludge: a review of possible technologies. *Waste and Biomass Valorization*, 9, 767-779.
- 12 Metcalf, LJ, Eddy, HP. (2014). Carbonization: transformation of organic matter into carbon-rich biochar at high temperatures. *Wastewater Treatment: Purification and Resource Recovery*. 5th ed. Moscow: McGraw-Hill. 810.

Тазартылған ағын сулардың карбонизацияланған тұнбаларын минералды тыңайтқыш ретінде қолдану: экологиялық және агрономиялық аспектілері

Хасен Ж.М., Казанкапова М.К., Ермағамбет Б.Т., Касенова Ж.М.,
Бейсембаева К.А., Акимбеков Н.Ш., Тастамбек К.Т., Тауанов Ж.Т.,
Алдынгулова Ф.Ж., Малғаждарова А.Б., Акшекина Ә.С.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Ауыл шаруашылығында тұрақты технологияларға деген сұраныстың артуы жағдайында пиролизге ұшыраған ағынды сулардың тұнбасын тыңайтқыш ретінде екінші рет пайдалану мүмкіндігі зерттелді. Зерттеудің мақсаты – өсімдіктердің өсуін қолдайтын қауіпсіз әрі тиімді өнім алу үшін тұнбаны карбонизациялау температурасының оңтайлы мәндерін анықтау.

Материалдар мен әдістер. Модельдік өсімдік ретінде қоршаған орта жағдайларына тез жауап беретіндіктен, руккола микроөсімділер (*Eruca sativa*) таңдалды. 350-700 °C температурада карбонизацияланған тұнбаның әртүрлі мөлшерін (10-30 %) қамтитын топырақ үлгілері дайындалып, алты түрлі суару режимі, соның ішінде калий гуматы қолданылды.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері 700 °C температурада карбонизацияланған тұнбаның өсімдік өсуіне ең қолайлы әсер ететінін көрсетті: тұқымдардың жылдам өнуі, өскіндердің ұзын болуы және өнімділіктің артуы байқалды. Бұл нәтиже материалдың уыттылығының төмендеуімен және термиялық өңдеу барысында қоректік заттардың сақталуымен байланысты.

Қорытынды. Зерттеу карбонизацияланған тұнбаның дәстүрлі тыңайтқыштарға экологиялық тұрғыдан тиімді балама бола алатынын және оны айналмалы экономика дамуына енгізу әлеуетін көрсетеді.

Кілт сөздер: ил тұнбасы; карбонизация; пиролиз; тұрақты ауыл шаруашылығы; қалдықтарды тиімді басқару; агроэкология.

Utilization of carbonized sewage sludge as a mineral fertilizer: environmental and agronomic aspects

Zhanna M. Khassen, Maira K. Kazankapova, Bolat T. Yermagambet, Zhanar M. Kassenova,
Kulzhan A. Beisembayeva, Nuraly S. Akimbekov, Kuanysh T. Tastambek, Zhandos T. Tauanov,
Firyuza Zh. Aldyngurova, Ainagul B. Malgazhdarova, Assel S. Akshekina

Abstract

Background and Aim. In the context of the growing need for sustainable agricultural technologies, this study explores the possibility of recycling pyrolyzed sewage sludge as a fertilizer. The aim was to identify the optimal carbonization temperature of sewage sludge to obtain a safe and effective product that promotes plant growth.

Materials and Methods. *Arugula* microgreens (*Eruca sativa*) were used as a model due to their rapid response to environmental changes. Soil samples with different carbonized sludge contents (10-30%) processed at temperatures ranging from 350 to 700 °C, were prepared, and six irrigation regimes were applied, including one with potassium humate.

Results. The experimental results showed that sludge carbonized at 700 °C had the most beneficial effect on plant growth: enhanced germination, shoot elongation, and increased yield were observed. These effects are attributed to the detoxification of the material and the preservation of nutrients during thermal treatment.

Conclusion. The study highlights the potential of carbonized sludge as an environmentally friendly alternative to conventional fertilizers and its contribution to the development of a circular economy.

Keywords: sewage sludge; carbonization; pyrolysis; sustainable agriculture; efficient waste management; agroecology.

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің Ғылым жаршысы: пәнаралық = Вестник науки Казахского агротехнического исследовательского университета имени Сакена Сейфуллина: междисциплинарный. – Астана: С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті, 2025. - № 2 (125). - Р. 233-244. - ISSN 2710-3757, ISSN 2079-939X

doi.org/ 10.51452/kazatu.2025.2/1(126).1925

УДК 63.639.639.1.639.11

Исследовательская статья

Состояние популяции джейрана (*Gazella subgutturosa* *Guldenstadt*) в пустынях Южного Казахстана

Буршакбаева Л.М.¹ , Бекеева С.А.¹ , Акимжанов Д.Ш.² ,
Карагойшин Ж.М.³ , Акоев М.Т.⁴ 

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина,
Астана, Казахстан,

²Казахский национальный аграрный исследовательский университет, Алматы, Казахстан,

³Евразийский национальный университет имени Л.Н. Гумилева, Астана, Казахстан,

⁴Республиканское государственное казенное предприятие «ПО Охотзоопром»
Алматы, Казахстан

Автор-корреспондент: Буршакбаева Л.М.: Laura_88a@mail.ru

Соавторы: (1: С.А) alima77764@mail.ru; (2: ДШ) darhan-14@mail.ru;

(3: Ж.М) k.zhashaiyr@mail.ru; (4: МТ) akoev.mukhit@mail.ru

Получено: 14-06-2025 **Принято:** 24-06-2025 **Опубликовано:** 30-06-2025

Аннотация

Предпосылка и цель. Дикие копытные, в частности джейран, как уникальный генофонд биоразнообразия Евразии, является достоянием всего мирового сообщества, и внесен в Красную книгу как Республики Казахстан, так и Международный союз охраны природы и природных ресурсов в категорию как «уязвимый вид». В настоящее время тенденция неуклонного снижения численности джейрана в южных регионах Казахстана возрастает. Основной причиной является нарастающий прессинг «антропогенного давления», сопровождающийся расширением разработок нефтяных месторождений и переход сельской экономики к частным фермерским хозяйствам, что лишает копытных животных доступа к источникам воды.

Целью настоящего исследования являлось проведение учета и мониторинга джейрана (*Gazella subgutturosa* *Guldenstadt*) в пустынных экосистемах Южного Казахстана, что представляет собой значительный научный и практический интерес для сохранения и управления популяцией данного вида.

Материалы и методы. Плановые наземные учеты и мониторинг джейрана проводились в апреле-мае, сентябре-ноябре и феврале 2019-2023 годов в пяти областях Казахстана: Алматинской, Жамбылской, Туркестанской, Кызылординской и Мангистауской, по методу, разработанному сотрудниками Института зоологии МНВО РК.

Результаты. По результатам исследования было установлено, что из пяти областей южного региона страны, значительную площадь обитания джейраны занимают в Кызылординской и Алматинской области из-за наличия водоемов и благоприятных условий. Значительно меньшее количество джейранов наблюдались в Мангистауской и Жамбылской областях. Было выявлено, что динамика численности джейрана по сравнению с 2019 годом, в исследуемых регионах имеет тенденцию к увеличению популяции, что в среднем увеличилось от 3,45 до 13,76% в 2023 году.

Заключение. Согласно результатам мониторинга, в южных регионах Казахстана наибольшие площади обитания джейрана находятся в Кызылординской области (7524,7 тыс. га) и Алматинской области (4473,6 тыс. га). Это связано с наличием водоемов и охраняемых природных территорий. В Алматинской области, благодаря благоприятным погодным условиям и наличию ГНПП

«Алтын-Эмель», зафиксирована высокая плотность популяции. В Мангистауской области численность джейранов остаётся низкой, вероятно, из-за антропогенного воздействия. В целом по региону с 2019 по 2023 годы численность джейрана увеличилась на 7,09%, достигнув 15 411 особей. Половозрастная структура популяции в 2023 году составила: 24% – самцы, 55% – самки, 5,6% – сеголетки, 15,7% – особи с неустановленными признаками. Рост численности джейрана свидетельствует о положительной динамике и наличии благоприятных условий для его обитания в ряде регионов.

Ключевые слова: Джейран; численность; среда обитания; учёт; мониторинг.

Введение

Известно, что дикие копытные, в частности джейран представляет собой уникальный генофонд биоразнообразия степей и пустынь Евразии и являются достоянием мирового сообщества. Так, джейран был широко распространённым охотничьим животным практически во всех пустынных и полупустынных ландшафтах Центральной Азии. Однако, при возникновении коммерческой незаконной охоты численность джейранов значительно сократилась, и соответственно оказались под серьёзной угрозой уничтожения. При этом, отдельные популяции джейранов все же сохранились до настоящего времени благодаря функционированию природных охраняемых территорий [1].

Джейран является типичным обитателем пустынь Казахстана [2]. До середины XX века был широко распространён в южной половине региона, от Устюрта на западе до Зайсанской котловины на востоке [3, 4]. В настоящее время ареал его распространения сместился к югу пустынной зоны страны. В прошлом значительная численность джейрана наблюдалась на территории Мангистауской области. Позднее интенсивное промышленное освоение Мангышлака и Устюрта резко сократило их численность. К сожалению, в настоящее время тенденция неуклонного снижения численности джейрана в области остается прежней. Основной причиной тому является нарастающий за последние десятилетия прессинг «антропогенного давления», сопровождающийся расширением разработок нефтяных месторождений и переход сельской экономики к частным фермерским хозяйствам, что лишает копытных животных доступа к источникам воды, особенно в сухое летнее время [5-8].

Исходя из вышеизложенного, целью работы было проведение учёта и мониторинга популяции джейрана (*Gazella subgutturosa* Guldenstadt), обитающих в пустыне Южного Казахстана.

В Казахстане обитают и практически не смешиваются между собой устюртско-мангышлакская, кызылкумская, мойынкумская, бетпакадалинская, таукумская и илийско-прибалхашская популяции джейранов, соответственно учет на каждую популяцию проводят отдельно [9]. Исследования популяций джейрана (*Gazella subgutturosa*) представляет значительный научный и практический интерес, так как он внесен в Красную книгу не только Республики Казахстан, но и Международного союза охраны природы (МСОП) и природных ресурсов в категорию как «уязвимый вид» [10].

Материалы и методы

Плановые наземные учёты и мониторинг джейрана проводились в апреле-мае, сентябреноябре и феврале 2019-2023 годов в пяти областях Казахстана: Алматинской, Жамбылской, Туркестанской, Кызылординской и Мангистауской. Научное исследование проводилось специалистами и инспекторами отдела учёта и мониторинга, отдела охраны РГКП «ПО «Охотзоопром», РГП «Институт зоологии» Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (КН МНВО РК), РГУ «Алматинская областная территориальная инспекция лесного хозяйства и животного мира» Министерства экологии, геологии и природных ресурсов Республики Казахстан (МЭГПР РК), Государственный национальный природный парк (ГНПП) «Алтын-Эмель», совместно с преподавателями, магистрантами и студентами Казахского агротехнического исследовательского университета им. С.Сейфуллина. Учёты джейрана проводились по методу, разработанному сотрудниками Института зоологии МОН РК «Методы учёта основных охотничье-промысловых и редких

животных», и в соответствии с Методическими рекомендациями учёта численности животных, являющихся объектами охоты (приказ Комитета лесного и охотничьего хозяйства МСХ РК № 191 от 23.08.2005 г.) [11]. Учёты проводились в течение одного светового дня с 8.30 ч. до 17.30 ч. дня. Подсчёт вели с помощью биноклей во избежание дублирования подсчёта, на автомобильных учётных маршрутах, с помощью раций поддерживалась постоянная связь между учётчиками. Для дистанционных исследований использовался 12-ти кратный бинокль. Все точки встреч животных фиксировали по GPS навигатору (Garmin Etrex 60, фотоаппарат Canon PowerShot CX 30), и записывались в полевой дневник и карточку учёта с указанием времени и места обитания. Составлялись ежедневные акты учётов с подписью участников работ. Площадь учётных маршрутов и размеры учётных площадок определялись по картам масштабами 1:200000 и 1:500000 с использованием ГИС-приложений (SAS Планета и ArcMap) с корректировкой по показаниям спидометра автомобиля и навигатора.

Результаты и обсуждение

Исследования микро-популяции джейрана в настоящее время изучены недостаточно, так как миграции, как в прошлом, сейчас не наблюдаются. Для джейрана не характерны сезонные миграции как у сайги. В прошлом с выпадением снега джейраны двигались от северных границ ареала в южные районы. Наблюдались также и летние миграции, связанные с высыханием водоемов. В настоящее время, в результате уменьшения численности джейрана, миграции свелись к минимуму и стали носить локальный ограниченный характер. В целом миграции джейрана происходят при наступлении неблагоприятных условий, в частности при выпадении глубокого снега (более 10 см), высыханием временных водоемов и при антропогенном факторе беспокойства.

Проведенные весенние учёты в Алматинской области показали, что джейраны мигрировали из территории, ныне занимаемой ГНПП Алтын-Эмель, вверх по течению реки Или в Панфиловский район, и обратно возвращались осенью (рисунок 1). При этом, часть популяции переходили в Южное Прибалхашье по западной части гор Шолак на Малайсары и далее. Также, джейраны из Южного Прибалхашья могли мигрировать в Таукумы через реку Или. Моинкумская популяция джейранов, одна часть из Южной Бетпакдалы перемещались на зиму в пески Моинкумы, а другая оставалась в районе гор Курманшит, Байкара. Тогда как в Причуйских Моинкумах джейраны в весенний период перемещались из саксаульников в южные ее районы, где и проводили лето. Раньше в Кызылкумах джейраны при наступлении зимы переходили в южную ее часть, и даже переходили за границу Узбекистана, где обитали в песках и саксаульниках. С наступлением тёплого периода они держатся в окрестностях скважин и поймах рек Жанадарьи и Сырдарьи. Миграции здесь носят также локальный характер. На ряду с этим в Мангистауской области миграции носили локальный характер, и практически значительная часть джейранов на полуострове Бузачи держались в районе соров и заходили в пески. Далее в северной и восточной части переходили по сору в район г. Жаманайракты и обратно, а в южной части области с урочищ Тулеп, Аксексеул на зимовку мигрировали в пески Карынжарык. В Алматинской области на Илийской котловине джейраны собираются на окот в предгорной долине Кетмень, в которой равнина изрезана ложбинами, промоинами с редкими кустиками пустынных растений.

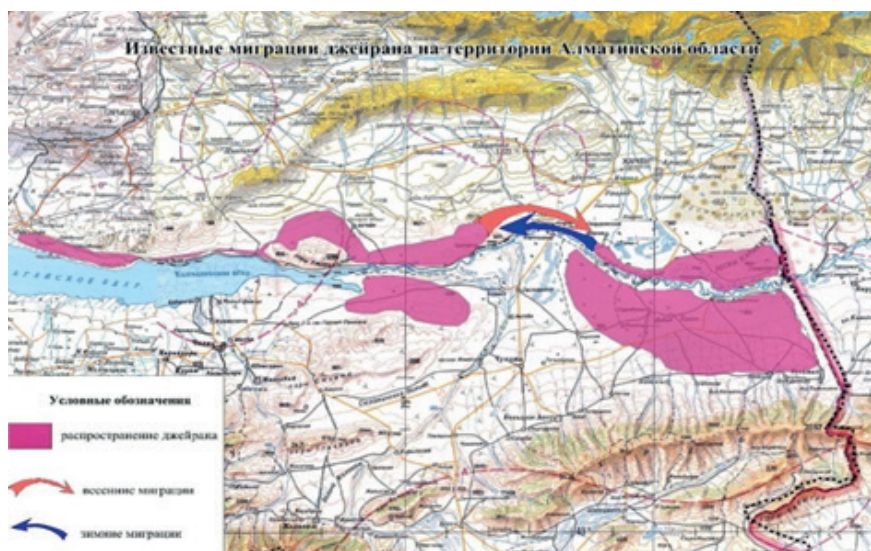


Рисунок 1 – Миграция джейранов из ГНПП «Алтын-Эмель»

Как видно из рисунка 1, в Южном Прибалхашье часть джейранов собираются на окот в Коксуском районе, в песках Моинкум и в предгорьях Малайсары. Тогда как в Жамбылской области - часть джейранов собираются на окот в песчаных барханах и межбарханных понижениях в южной части Моинкумов, а у остальных окот проходил в разных местах по всему ареалу. На Устюрте полуострове Бузачи размножение джейранов проходили на островках среди соров и в прибрежных песчаных массивах, а в южной части в песках Карынжарык и в урочищах Аксексеул, Тулеп. В настоящее время, из-за малочисленности и разрозненности отдельных микро- популяции джейранов окот проходит в разных местах, и такого массового скопления в одном месте как у сайги не наблюдается.

По результатам мониторинга популяции джейрана в пяти областях южного региона страны в 2023 году были получены следующие результаты. Так площадь ареала джейрана в пустынях Южного Казахстана составило 21 316,1 тыс. га, тогда как площадь обитания его во время учетов в апреле месяце – 12 188,5 тыс. га (таблица 1).

Таблица 1 – Площадь ареала и обитания существующих группировок джейрана в пустынях Южного Казахстана

№ п/п	Пески, ООПТ/область	Площадь ареала в течение 2023 года, тыс. га	Площадь обитания в апреле 2023 года, тыс. га
1	Алматинская	5235,6	2817,8
2	Жамбылская	4465,4	3083,2
3	Туркестанская	2203,5	1219,9
4	Кызылординская	7524,7	4473,6
5	Мангистауская	1886,9	594,0
Всего:		21316,1	12188,5

Как видно из рисунка 1, значительную площадь обитания в весенний период занимают джейраны Кызылординской области, что составило 7 524,7 и 4 473,6 тыс. га соответственно, тогда как в Мангистауской области ареал обитания джейранов значительно ниже по сравнению с другими областями. Значительная площадь распространения джейранов в Кызылординской области возможно связано с распределением на большей его части кызылкумов, что также способствует и наличию водоемов (рисунок 1). Площадь ареала и обитания существующих группировок джейрана в пустынях Южного Казахстана.

Также в песках Кызылкума, на большей части его территории, имеются самоизливающиеся скважины. При этом, в последние годы джейран встречается и на осушенном дне Аральского

моря, в частности на правобережье реки Сырдарья - лишь в западной конечности хребта Каратау в районе гор Даут и Теликольского канала (рисунок 2).



Рисунок 2 – Ареал обитания джейрана в Кызылординской области, 2023 г

Площадь угодий типичного местообитания джейрана Алматинской области составила 206,2 тыс.га, где было учтено 661 джейранов, а средняя плотность в разных угодьях варьировала от 1,6 особей на 1000 га в Южном Прибалхашье, до 3,8 особей на 1000 га в Илийской котловине. В Южном Прибалхашье количество стад составило 15, средняя стадность 2,1, амплитуда 1-4. В Таукумах количество встреченных стад популяции составило 38, амплитуда 1–14, средняя стадность 2,5. Расчетная численность показала, что в настоящее время в Алматинской области обитает 10 767 джейранов, и по сравнению с прошлым, 2022 годом, численность этого копытного незначительно увеличилась на 1,25%.

По материалам наземного учета и мониторинга структура популяции джейрана в пустынях Южного Казахстана представлена в таблице 2.

Таблица 2 – Структура популяции джейрана в пустынях Южного Казахстана, апрель 2023 г.

Исследуемые территории	Всего	Встречено особей, из них:			
		самцы	самки	сеголетки	не определенный пол
Алматинская	661	155	389	-	117
Жамбылская	20	9	11	-	-
Туркестанская	37	12	17	5	-
Кызылординская	44	10	26	16	3
Мангистауская	139	30	57	30	22
Всего:	901	216	500	51	142
%	100	24	55,4	5,6	15

Как видно из таблицы 2, значительное количество популяции джейрана наблюдалось в Алматинской области и на исследуемых территориях региона: Южного Прибалхашья, Таукумы, Илийской котловины и по учету в апреле 2023 г. составило – 661 особей (73%). Из них большую часть составили самки 389 (58,8%), самцы -155 (17,3%), у 117 (17,7%) голов не была определена половая принадлежность. Значительное количество встреченных стад составило 143, амплитуда 1-16, средняя стадность составила 3,5 (рисунок 3).



Рисунок 3 – Соотношение популяции джейрана по областям южного региона Казахстана на период 2023 года

Чаще табунки состояли из 2-5 животных, 1-го или 2-х самцов и самок, встречались и группы, состоящие только из 2-х или 3-х самок, а также как одиночные самцы, так и большие группы до 16 особей. Самцы преимущественно встречались до реки Или, тогда как самки уходили на период окота в предгорную долину. Большая часть встреченных джейранов в предгорной долине хребта Кетмень были самки (62%), где они собирались на окот. Большинство самок на данный период исследования были беременными, однако встречаемость сеголеток не наблюдалось. В этот период на маршрутах чаще встречались самцы, тогда как самки в этот период окота очень осторожны, и поэтому реже встречались.

Исходя из таблицы 2 и рисунка 3, можно констатировать, что самое минимальное – 20 (2%) джейранов было визуальным учено в Жамбылской области. Общее количество стад составила 12, амплитуда 1-3. В половом соотношении в структуре популяции джейранов большую часть составили самки 11 (55%), самцы - 9 (45%). Среди отмеченных следов попадались следы сеголеток, и по опросным данным встречались самки с сеголетками. Большой процент встреч самцов в мае объясняется периодом окота, в это время самки более осторожны, реже попадают на глаза, хотя по следам возле водоемов часто встречались самки и сеголетки. Среди встреченных джейранов отмечались как одиночные самцы, так и группа, состоящая из 6 самок и 1 самца. В целом, как видно из рисунка 4, по южному региону Казахстана численность джейранов составило 901 особей, из них - 216 (24%) самцы, 500 (55%) самки, 51 (5,6%) сеголетки и у 142 (15,7%) составили особи, у которых возраст и половая принадлежность не было установлены.

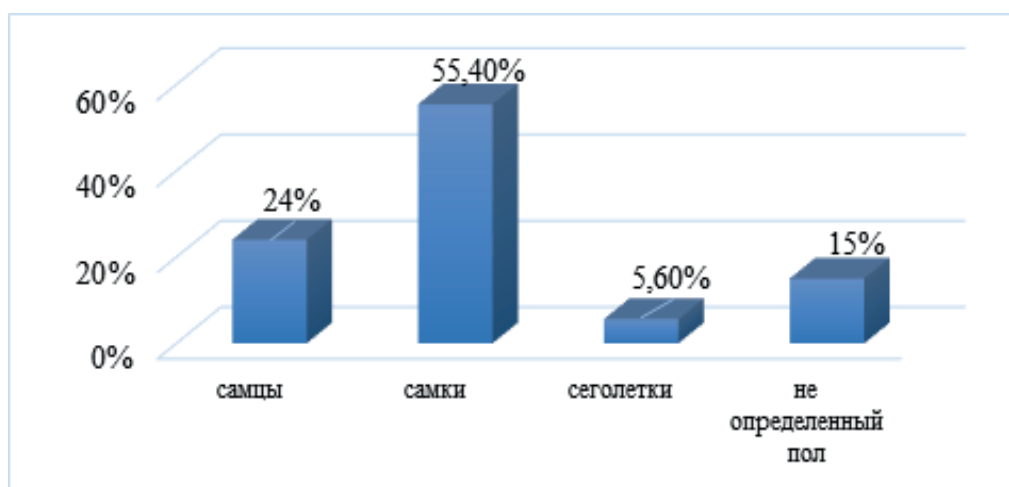


Рисунок 4 – Половая структура популяции джейрана в пустынях Южного Казахстана (%), апрель 2023 г.

Половозрастной состав джейранов при учёте определить довольно трудно, так как животные скрываются при любом шуме, в частности от звуков машины с дальнего расстояния. В связи с чем, расчёт половозрастного состава сделан на основе отдельных выборок при пеших самостоятельных учётах. При этом, среди встречаемых следов на дорогах и водопоях отмечались все половозрастные группы. Был отмечен большой процент рогачей среди встреченных джейранов, самок с сеголетками было не значительно.

Проведённые исследования численности и плотности популяции в пустынях Южного Казахстана показало, что по Алматинской области был проведён самый длинный маршрут и площадь учёта джейрана, который составил 16 248 км и 206,2 тыс. га соответственно по сравнению с другими областями. Также, в данной области обитало значительное количество джейранов, что составило 5 969 особей по сравнению с Жамбылской областью, всего 30 голов. Показатели плотности популяции джейрана на ос./1000 тыс. га также преобладал в данной области. Однако, площадь обитания джейрана в Кызылординской области значительно превышает, чем в Алматинской на 50%, что составило 4 473,6 и 2 817,8 тыс. га соответственно. При этом, расчётная численность джейрана Алматинской области значительно выше, чем в Туркестанской области, что составило 10 767 и 322 особи соответственно (таблица 3).

Наиболее благоприятным регионом распространения джейранов является Алматинская область (рисунок 5). В исследуемый период в данной области наблюдалась тёплая дождливая весна, богатая растительность, хорошая кормовая база, также в области располагается ГНПП «Алтын - Эмель», создающие наиболее благоприятные условия для обитания джейранов.

Таблица 3 – Численность джейрана в Казахстане, апрель-ноябрь 2023 г

Пески/область	Длина маршрута, км	Площадь учёта, тыс. га	Учено животных, особей	Плотность популяции, ос./1000 тыс. га	Площадь обитания, тыс. га	Расчётная численность особей
Алматинская	16248	206,2	5969	2,4	2817,8	10767
Жамбылская	1589	95,3	30	0,31	3083,2	960
Туркестанская	1446	144,6	37	0,27	1219,9	322
Кызылординская	1029	102,9	44	0,41	4473,6	2205
Мангистауская	906	90,6	139	1,45	586,5	835
Всего:	6594	549,6	6219	4,84	12181	15089

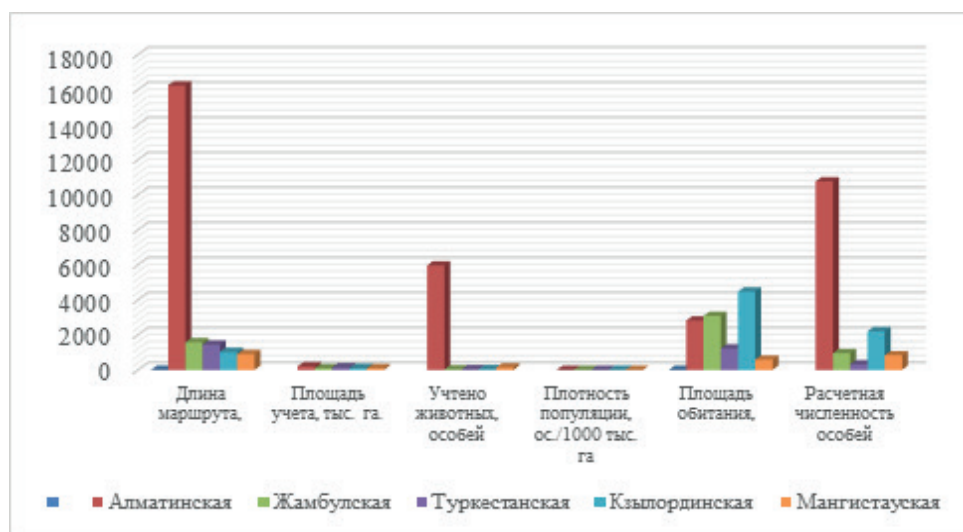


Рисунок 5 – Показатели численности и плотность джейрана в пустынях Южного Казахстана за весенний период 2023 г.

Динамика численности джейрана за 2019-2023 гг. по пяти южным регионам пустынь Казахстана имеет стабильную тенденцию к увеличению численности популяции (таблица 4). Так, прирост джейрана в 2023 году по сравнению с предыдущими годами увеличился в Алматинской области на 6,43%, Кызылординской – 9,47%, Жамбылской – 7,78%, Туркестанской – 10,67%, Мангистауской – 7,25% по сравнению с 2019 годом. В целом, прирост численности популяции в среднем составила 7,09% по сравнению с 2019 годом. Численность популяции имела тенденцию к постоянному увеличению из года в год, что подтверждает состояние численности джейрана в настоящее время.

Таблица 4 – Динамика численности джейрана в Казахстане, 2019-2023 гг.

Области распространения	Численность (особей) по годам					Прирост популяции в 2023 г. по сравнению с 2019 г.; %
	2019	2020	2021	2022	2023	
Алматинская область						
ГНПП «Алтын-Эмель»	5181	5276	5297	5308	5360	+3,45%
Илийская котловина	1490	1545	1590	1630	1695	+13,76%
Южное Прибалхашье	2260	2305	2340	2349	2370	+4,87%
Таукумы	1390	1400	1430	1480	1560	+12,23%
ИТОГО	10321	10526	10657	10767	10985	+6,43%
Кызылординская область	2070	2100	2160	2205	2266	+9,47%
Жамбылская область (в том числе Андасайский ГПЗ)	900	920	940	960	970	+7,78%
Туркестанская область (в том числе Южно-Казахстанская, Арысская и Карактауская ГЗРЗ)	300	310	317	322	332	+10,67%
Мангистауская область (в том числе Кендерли-Каясанская ГЗРЗ)	800	800	820	835	858	+7,25%
Всего:	14391	14656	14894	15089	15411	+7,09%
Итого: численность джейрана в Казахстане в 2023 г - 15411 особей						

Следовательно, значительные показатели по численности и плотности джейрана в пустынях Южного Казахстана возможно связано с благоприятными условиями существования, доступными водопоями, хорошими условиями для зимовки, в частности, на территории парка Алматинской области, особенно в центральной и западной части на предгорной равнине зимой наблюдается очень мало снега. Также, на территории парка хорошая охрана, чего не наблюдается в других исследуемых областях.

Заключение

По результатам учёта и мониторинга популяции джейрана в пяти областях южного региона страны было выявлено, что значительную площадь обитания их занимает Кызылординская область. Это возможно связано с наличием водопоев, в песках Кызылкума имеются самоизливающиеся скважины, также в последние годы джейран встречается и на осушенном дне Аральского моря, на правом берегу реки Сырдарья, в западном хребте Каратау. Тогда как в Мангистауской области ареал обитания их значительно ниже по сравнению с другими областями, что возможно связано с расширением разработок нефтяных месторождений, наличием частных фермерских хозяйств, лишаящих копытных животных доступа к источникам воды.

Проведённые исследования учёта и плотности популяции джейрана в пустынях Южного региона страны показало, что в Алматинской области обитало значительное количество джейранов по сравнению с Жамбылской областью. Данное явление возможно связано с тем, что в исследуемый период в области наблюдалась дождливая весна, хорошая кормовая база, также в регионе располагается ГНПП «Алтын - Эмель», создающие наиболее благоприятные условия для обитания джейранов.

Динамика численности джейрана по сравнению с 2019 годом, в исследуемых регионах имеет тенденцию к увеличению популяции, в среднем увеличилось до 7,09 % в 2023 году. Следовательно, значительные показатели по численности и плотности джейрана в пустынях Южного Казахстана возможно связаны с благоприятными условиями существования, доступными водопоями, хорошими условиями для зимовки.

По результатам мониторинга популяции джейрана в пяти областях южного региона страны выявлено, что значительную площадь обитания джейраны занимают в Кызылординской – 7524,7 тыс. га, что возможно связано с наличием водопоев, и Алматинской области – 4473,6 тыс. га, так как в области располагается ГНПП «Алтын-Эмель», создающие наиболее благоприятные условия для обитания.

Установлено, что динамика численности джейрана в южном регионе пустынь Казахстана по сравнению с 2019 годом (14 391 особей), имеет стабильную тенденцию к увеличению, и в среднем составило 15 411 особей, что в целом на 7,09% выше в 2023 году.

Половозрастная структура популяции джейрана в целом за 2023 год по южному региону Казахстана по численности составила 901 особей, из них - 216 (24%) самцы, 500 (55%) самки, 51 (5,6%) сеголетки и у 142 (15,7%) составили особи, у которых возраст и половая принадлежность не были установлены.

Вклад авторов

Л.М, СА, ЖМ: концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ДШ, МТ: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при поддержке Национальной программы грантов Казахстана. Финансирование предоставлено Министерством образования и науки Республики Казахстан в рамках бюджетной программы 055 «Научная и/или техническая деятельность» и подпрограммы 101 «Грантовое финансирование научных исследований», договор № 316 от 13 мая 2019 года.

Список литературы

- 1 Адъяа, Я., Гунин, ПД, Наранбаатар, Г., Цогтжаргал, Г. (2016). Современное состояние популяций и проблемы сохранения копытных животных аридных зон Монголии. *Аридные экосистемы*, 22: 3(68), 20-31.
- 2 Бекенов, А., Есжанов, Б., Махмұтов, СМ. (1995). *Қазақстан сүтқоректілері. Монография*. Алматы: Ғылым, 280.
- 3 Yang, YG, Wang, Y, Zhou, HP, Chen, XP, Tao, SC, Kong, YP. (2024). Assessing the impact of road barriers on wildlife habitat. *Environ*, 131-104218.
- 4 Lsmayil, Z, Muhtar, S, Ababaikeri, B, Satar, A, Eli, S, Halik, M. (2019). Effects of Environmental Factors on the Genetic Diversity of Gazella subgotturosa in Xinjiang. *Acta Theriol. Sin*, 276-284.
- 5 Гисцов, АП, Мелдебеков, АМ, Байжанов, МХ. (2009). *Животный мир Мангистауской области и его мониторинг*. Алматы: Институт зоологии, 294.
- 6 Zhang, Z, Ma, W, Chen, Z, Wang, M, Xu, W, Yang, W. (2022). Habitat changes of goitered gazelle in Xinjiang Kalamaili Hoofed Mountain Nature Reserve influenced by major projects. *Biodivers. Sci*, 30, 21176.

7 Fadakar, D., Bermann, EV, Lerp, H., Mirzakkha, M., Naseri Nasari, M., Rezai, HR. (2020). Diversification and subspecies structure of goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Iran. *Ecol. Evol.* 10, 5877-5891.

8 Kaky, E., Nolan, V., Khalil, MI, Ameen Mohammed, AM, Ahmed Jaf, AA, Mohammed-Amin, SM, Mahmood, YA, Gilbert, F. (2023). Conservation of the Persian Goitered Gazella (*Gazella subgutturosa*) under Climate Change in Iraq. *Heliyon*, 9, 12501.

9 Сабдинова, ДК. (2016). Динамика численности джейрана в ГНПП «Алтын-Эмель». *Биологические науки*, 5(21), 143-145.

10 Jdeydi, T., Masseti, M., Nader, I., de Smet, K., Cousin, F. (2010). *Gazella subgutturosa* (Mediterranean assessment). IUCN Red List of Threatened Species, e.T8976A12944941.

11 Лобачев, ЮС. (2003). *Методы учёта основных охотничье - промысловых и редких животных Казахстана*. Институт зоологии, Алматы: 203.

References

1 Adyaa, YA, Gunin, PD, Naranbaatar, G, Cogtzhargal, G. (2016). Sovremennoe sostoyanie populyacij i problemy sohraneniya kopytnyh zhivotnyh aridnyh zon Mongolii. *Aridnye ekosistemy*, 22: 3(68), 20-31.

2 Bekenov, A., Esjanov, B., Mahmutov, SM. (1995). *Qazaqstan sūtqorektileri. Monografiya*. Almaty: Gylym, 280.

3 Yang, YG, Wang, Y, Zhou, HP, Chen, XP, Tao, SC, Kong, YP. (2024). Assessing the impact of road barriers on wildlife habitat. *Environ*, 131-104218.

4 Lsmayil, Z., Muhtar, S., Ababaikeri, B., Satar, A., Eli, S., Halik, M. (2019). Effects of Environmental Factors on the Genetic Diversity of *Gazella subgutturosa* in Xinjiang. *Acta Theriol. Sin.*, 276-284.

5 Giscov, AP, Meldebekov, AM, Bajzhanov, MH. (2009). *ZHivotnyi mir Mangistauskoj oblasti i ego monitoring*. Almaty: Institut zoologii, 294.

6 CHzhan, CH, Ma, V., CHen', CH, Van, M., Syuj, V., YAn, V. (2022). Habitat changes of goitered gazelle in Xinjiang Kalamaili Hoofed Mountain Nature Reserve influenced by major projects. *Biodivers. Sci*, 30, 21176.

7 Fadakar, D., Bermann, EV, Lerp, H., Mirzakkha, M., Naseri Nasari, M., Rezai, HR. (2020). Diversification and subspecies structure of goitered gazelle (*Gazella subgutturosa*) in Iran. *Ecol. Evol.* 10, 5877-5891.

8 Kaky, E., Nolan, V., Khalil, MI, Ameen Mohammed, AM, Ahmed Jaf, AA, Mohammed-Amin, SM, Mahmood, YA, Gilbert, F. (2023). Conservation of the Persian Goitered Gazella (*Gazella subgutturosa*) under Climate Change in Iraq. *Heliyon*, 9, 12501.

9 Sabdinova, DK. (2016). Dinamika chislennosti dzhejrana v GNPP «Altyn-Emel». *Biologicheskie nauki*, 5(21), 143-145.

10 Jdeydi, T., Masseti, M., Nader, I., de Smet, K., Cousin, F. (2010). *Gazella subgutturosa* (Mediterranean assessment). IUCN Red List of Threatened Species, e.T8976A12944941.

11 Lobachev, YUS. (2003). *Metody ucheta osnovnyh ohotnich'e - promyslovyh i redkih zhivotnyh Kazahstana*. Almaty: Institut zoologii, 203.

Оңтүстік Қазақстан шөлдеріндегі қарақұйрық (*Gazella subgutturosa* *Guldenstadt*) популяциясының жағдайы

Буршакбаева Л.М., Бекеева С.А., Акимжанов Д.Ш., Карагойшин Ж.М.,
Акоев М.Т.

Түйін

Алғышарттар мен мақсат. Жабайы тұяқтылар, әсіресе қарақұйрық, Еуразия биоалуантүрлілігінің ерекше генофонды ретінде әлемдік қауымдастықтың құндылығы болып

табылады. Олар Қазақстан Республикасының және Халықаралық табиғатты қорғау одағының Қызыл кітабында «сирек кездесетін түр» санатына енгізілген. Қазіргі таңда Қазақстанның оңтүстік облыстарында қарақұйрықтардың санының тұрақты түрде азаюы байқалуда. Негізгі себеп – мұнай кен орындарын игерудің кеңеюі мен ауыл шаруашылығын жеке шаруашылыққа көшірудің нәтижесінде «антропогендік қысымның» артуы, бұл тұяқты жануарлардың су көздеріне қолжетімділігін шектейді.

Зерттеудің мақсаты Оңтүстік Қазақстанның шөлді экожүйелеріндегі қарақұйрықтың (*Gazella subgutturosa* Güldenstädt) есебін және мониторингін жүргізу болды, бұл осы түрдің популяциясын сақтау және басқару үшін маңызды ғылыми және практикалық қызығушылық тудырады.

Материалдар мен әдістер. ҚР ҒЖБМ Зоология институтының қызметкерлері әзірлеген әдістеме негізінде 2019-2023 жылдар аралығында сәуір-мамыр, қыркүйек-қараша және ақпан айларында қарақұйрықтарды есепке алу және бақылау Қазақстанның бес облысында: Алматы, Жамбыл, Түркістан, Қызылорда және Маңғыстауда жоспарлы түрде жүргізілді.

Нәтижелер. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей республиканың оңтүстік өңіріндегі бес облыстың ішінде суармалы жерлер мен қолайлы жағдайлардың болуына байланысты қарақұйрық мекендейтін аумақтың едәуір бөлігін Қызылорда және Алматы облыстары алып жатқаны анықталды. Қарақұйрықтардың саны Маңғыстау және Жамбыл облыстарында айтарлықтай аз екені байқалды. Зерттелген аймақтарда қарақұйрық популяциясының динамикасы 2019 жылмен салыстырғанда өсіп келе жатқанын көрсетті. 2023 жылы популяцияның орташа өсуі 3,45%-дан 13,76%-ға жетті.

Қорытынды. Мониторинг нәтижелері бойынша Қазақстанның оңтүстік облыстарында қарақұйрықтардың ең көп мекендейтін жерлері Қызылорда облысы (7 524,7 мың га) және Алматы облысы (4 473,6 мың га) болып табылды. Бұл суару орындары мен қорғалатын табиғи аумақтардың болуына байланысты. Алматы облысында ауа райының қолайлы болуы және «Алтын-Емел» мемлекеттік ұлттық паркінің болуына байланысты қарақұйрықтардың жоғары тығыздығы тіркелді. Маңғыстау облысында қарақұйрықтардың саны аз тіркеліп отыр, бұл антропогендік әсерге байланысты болуы мүмкін. Жалпы облыс бойынша 2019-2023 жылдар аралығында қарақұйрықтардың саны 7,09%-ға өсіп, 15 411 басты құрады. 2023 жылы популяцияның жастық-жыныстық құрылымы: 24% - аталықтар, 55% - аналықтар, 5,6% біржылдықтар, 15,7% - анықталмаған дарактарды құрады. Қарақұйрық санының көбею динамикасы бірқатар аймақтарда оның мекендеу ортасына қолайлы жағдайдың бар екендігін көрсетеді.

Кілт сөздер: Қарақұйрық; саны; мекендеу ортасы; есепке алу; бақылау.

The State of the Goitered Gazelle (*Gazella subgutturosa* Güldenstädt) Population in the Deserts of Southern Kazakhstan

Laura M. Burshakbayeva, Saulemai A. Bekeyeva, Darkhan Sh. Akimzhanov,
Zhaskhayir M. Karagoishin, Mukhit T. Akoyev

Abstract

Background and Aim. Wild ungulates, particularly the goitered gazelle, represent a unique gene pool within Eurasian biodiversity. Recognized as a globally valuable natural asset, this species is listed as “Vulnerable” in the Red Book of both the Republic of Kazakhstan and the International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). In recent years, a steady decline in the goitered gazelle population has been observed in southern Kazakhstan. This decline is primarily attributed to increasing anthropogenic pressure, including the expansion of oil field development and the privatization of rural land, which limits ungulates’ access to water sources.

The aim of this study was to survey and monitor the goitered gazelle (*Gazella subgutturosa* Güldenstädt) in the desert ecosystems of Southern Kazakhstan. This research holds significant scientific and practical value for the conservation and management of this species.

Materials and Methods. Ground-based surveys and monitoring of the goitered gazelle were conducted during April-May, September-November, and February from 2019 to 2023 across five regions

of Kazakhstan: Almaty, Zhambyl, Turkestan, Kyzylorda, and Mangystau. The methodology was based on the approach developed by the staff of the Institute of Zoology under the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan.

Results. The study revealed that Kyzylorda and Almaty regions had the largest gazelle habitats among the five regions, likely due to the availability of water sources and favorable environmental conditions. Fewer individuals were observed in the Mangystau and Zhambyl regions. Compared to 2019, population trends in the studied areas showed a positive trend, with an average increase ranging from 3.45% to 13.76% by 2023.

Conclusion. Monitoring results indicated that the largest gazelle habitats in Southern Kazakhstan are located in Kyzylorda (7,524.7 thousand hectares) and Almaty (4,473.6 thousand hectares) regions. This is attributed to the availability of water sources and the presence of protected natural areas. In the Almaty region, favorable climatic conditions and the Altyn-Emel State National Park contribute to high population density. In contrast, the population in Mangystau region remains low, likely due to human activity. Overall, from 2019 to 2023, the gazelle population increased by 7.09%, reaching 15,411 individuals. In 2023, the age and sex structure of the population was as follows: 24% males, 55% females, 5.6% yearlings, and 15.7% individuals with unspecified characteristics. The increase in numbers suggests a positive trend and the presence of favorable habitat conditions in several regions.

Keywords: Goitered gazelle; population size; habitat; survey; monitoring.

**С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің
ғылым жаршысы: пәнаралық
(С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық)**

АВТОРЛАРҒА АРНАЛҒАН НҰСҚАУЛЫҚ

ЖАЛПЫ ЕРЕЖЕЛЕР

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы рецензияланған түпнұсқа мақалалар мен тақырыптық шолуларды келесі бағыттар бойынша жариялайды:

- Ауыл шаруашылығы ғылымдары;
- Биология ғылымдары;
- Техника ғылымдары;
- Гуманитария ғылымдары;
- Экономика ғылымдары.

Журнал Ғылыми қызметтің нәтижелерін жариялау үшін ұсынылатын басылымдар тізбесіне ауыл шаруашылығы ғылымдары бойынша екінші деңгейлі ғылыми басылым болып енгізілген.

Басылым тілі – қазақ, орыс, ағылшын тілі.

Мақалаларды жариялау ақылы негізде жүзеге асырылады. Төлем бірінші (корреспондент) автордың жұмыс орны бойынша есептеледі.

Қолжазбаны тапсыру Open Journal System онлайн платформасы арқылы жүзеге асырылады.

Қолжазбаны жібермес бұрын <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сілтемесі арқылы автор ретінде тіркеліп, қолжазбаны жүктеп салу қажет.

Авторды тіркеуге арналған бейне-нұсқаулық қосымшада берілген <https://www.youtube.com/watch?v=UeZIKY4bozg>.

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналы екі рет беймәлім (жасырын) рецензияны пайдаланады, яғни рецензия беруші мен автордың жеке басы барлық рецензиялау процесінің кезеңдері аяқталғанға дейін әшкерленбейтін болады. Рецензенттерге жіберер алдында қолжазбалар журнал талаптарына сәйкестігін тексеру үшін редакцияның алдын ала тексеруінен өтеді.

Қолжазбалар плагиатқа қарсы Антиплагиат лицензиялық жүйесінде тексеріледі және мәтіннің 70%-дан кем емес түпнұсқалығымен қабылданады. Әрі қарай зерттеудің жаңалығы, зерттеу нәтижелерінің жаңғыртылатындығы, нәтижелердің түпнұсқалығы, қолжазбаның құрылымы мен форматына сәйкестігі, қорытындылардың маңыздылығы сияқты критерийлер тексеріледі.

Көрсетілген критерийлерге сәйкес келмейтін қолжазбалар бұл кезеңде қараусыз қабылданбайды.

АВТОРЛАРДЫҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық журналына қолжазбаны ұсыну арқылы автор(лар) қолжазбаның түпнұсқа жұмыс екеніне және оның бұрын жарияланбағанына немесе қазіргі уақытта басқа журналдарда жариялау қарастырылмағанына кепілдік береді. Сондай-ақ авторлар басқалардың идеялары мен сөздерінің тиісті атрибуция және/немесе тиісті дәйексөз арқылы дұрыс мойындалуын қамтамасыз етеді. Нәтижелерді бұрмалауға және қолжазбаны қабылдамауға немесе жарияланған мақаланы қайтарып алуға әкелетін қасақана дәйексіз мәлімдемелерге жол берілмейді.

Авторлардың аты-жөні қолжазбада мақалаға қосқан үлестерінің ретімен көрсетілуі керек. Тек қолжазбаны зерттеуге және дайындауға елеулі үлес қосқан тұлғалар авторлар қатарына қосылуы керек. Мақаланың соңындағы «Алғыс» бөлімінде жұмысты аяқтауға көмектескендерге, сондай-ақ зерттеуді қаржыландырған ұйымдарға алғыс айтылады.

Тиісті автор барлық бірлескен авторлардың мақаланың соңғы нұсқасын оқып, мақұлдағанын және оны жариялауға келісімін беруі керек. Қолжазбаның барлық авторлары жіберілген ақпарат үшін жауапты. Журнал алдын ала қабылданғаннан кейін авторлық өзгерістер енгізуге жол бермейді.

РЕЦЕНЗЕНТТЕРДІҢ ЖАУАПКЕРШІЛІГІ

Рецензенттер келесі сілтеме арқылы журналдың веб-сайтында рецензент ретінде тіркелуі керек:

<http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register>.

Рецензия екі апта ішінде тапсырылуы керек. Қолжазбада сипатталған идеялар мен гипотезалар құпия сақталуы керек және жеке мақсаттарда пайдаланылмауы қажет.

Жұмыстың нәтижелерін басқа әріптестермен талқылауға немесе ғылыми семинарларды өткізуде, дәрістер оқығанда немесе ғылыми конференцияларда баяндамалар жасағанда пайдалануға болмайды.

Рецензенттер өз пікірлерін анық білдіріп, өз пікірлерін түсіндіре отырып, негіздеп, қолжазбаны бағалауда мүмкіндігінше әділетті болуы талап етіледі. Рецензенттің жұмысты жақсарту бойынша ұсыныстары мен кеңестері, егер ол жариялаудан бас тарту туралы шешім қабылдаса да құпталады.

Рецензенттер жұмыстың жаңалығына және/немесе өзіндік ерекшелігіне, қолжазба мен жарияланған басқа мақалалардың ұқсастығының жоқтығына, қарастырылып отырған тақырыпқа (мәселеге) қатысты мақалаларды келтірген автор(лар)дың толықтығы мен дұрыстығына назар аударғаны абзал.

ЭТИКАЛЫҚ БЕКІТУ

Жануарларды пайдалану арқылы іске асырылатын эксперименттер Халықаралық жануарлар этикасы комитеті немесе институционалдық этика комитеті белгілеген қағидаттарға сәйкес және жергілікті заңдар мен ережелерге сәйкес жүргізілуі керек.

Жануарларды пайдаланатын зерттеулер жергілікті этика комитетінің рұқсатын алып, оған «Материалдар мен әдістер» бөлімінде сілтеме жасалуы керек («Мал шаруашылығы» бағыты бойынша берілетін мақалалардың қолжазбалары үшін).

ҚАБЫЛДАНАТЫН ҚОЛЖАЗБА ТҮРЛЕРІ

- Түпнұсқа мақалалар.
- Шолу мақалалары.

Түпнұсқа және шолу мақалаларының көлемі, аннотация мен пайдаланылған әдебиеттер тізімін қоспағанда, бос орынсыз тиісінше 11 000 және 20 000 таңбадан кем болмауы керек. Қолжазбада шығармаға қатысы жоқ мәтін, иллюстрациялар немесе кестелер болмауы керек.

ҚОЛЖАЗБА ҚҰРЫЛЫМЫ МЕН ФОРМАТЫ

Қолжазбаның құрылымы мен пішімін білу үшін <http://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/user/register> сайтындағы соңғы мақалалар мен қолжазба үлгілерін қараңыз (қолжазба үлгісін жүктеп алыңыз <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/54>)

- Мәтінді келесі жиектер өлшемдерін сақтай отырып басып шығару керек: жоғарғы және төменгі – 2 см, сол және оң – 2 см. Туралау – ені бойынша (автоматты дефиспен). ӘОЖ парақтың жоғарғы сол жақ бұрышында көрсетілген.

- Қолжазба Times New Roman 12 шрифтпен, бір жарым аралық интервалмен, MS Word 2010 бағдарламасында терілуі керек.

- Бүкіл мәтін бойынша жолдар нөмірленуі керек.
- Тақырып сипаттамалы және тым ұзақ болмауы керек.

Авторлардың толық аты-жөні мен ORCID, ұйымның атауы және электрондық поштасы көрсетілген титулдық парақ бөлек беріледі (**қолжазбаның титулдық үлгісін жүктеп алыңыз**) <https://bulletinofscience.kazatu.edu.kz/index.php/bulletinofscience/libraryFiles/downloadPublic/51>

Аннотацияның құрылымы келесідей болуы керек: «Негізі және мақсаты», «Материалдар мен әдістер», «Нәтиже» және «Қорытынды»; Аннотацияның көлемі 300 сөзден аспауы керек.

- **Кілт сөздер:** нүктелі үтірмен және жекеше түрде беріледі (4-6 сөз және сөз тіркесі). Аннотация мен кілт сөздер мақаланың соңында екі тілде келтіріледі.

- **Кіріспе қазіргі** әдебиеттерге шолу негізінде тақырыптың немесе мәселенің өзектілігін қысқаша сипаттау, жұмыстың жаңалығын көрсете отырып, мақсаттың маңыздылығын негіздеу.

- **Материалдар мен әдістер** ұсынылған әдістер қайталанатын болуы керек; әдістемелік ерекшеліктеріне бармай-ақ әдістерге қысқаша сипаттама беру; стандартты әдістер дереккөздерге сілтеме қажет; жаңа әдісті пайдаланған кезде толық сипаттама қажет.

- **Нәтижелер және талқылау** кестелер, графиктер және/немесе суреттер арқылы алынған нәтижелердің талдауы; алынған мәліметтердің статистикалық өңдеуі; жұмыстың ең маңызды нәтижелерінің қысқаша сипаттамасы және алынған мәліметтерді басқа зерттеулердің нәтижелерімен салыстыруы; үлгілерді және/немесе қайшылықтарды анықтауы бойынша ақпарат беріледі.

- **Қорытынды** зерттелетін тақырып (мәселе) бойынша қорытынды(лар)ды сипаттау және одан әрі зерттеуді анықтау.

- **Автордың үлестері, алғыстары** қолжазбаға ол жариялауға қабылданғаннан кейін қосылады. Авторлық үлестер: әр автордың қосқан үлесі туралы қысқаша мәлімет береді.

Қаржыландыру туралы ақпарат: жұмыстың қаржыландырылғаны туралы ақпарат беріледі.

- **Әдебиеттер тізімі:** түпнұсқа және шолу мақалаларында соңғы 10 жылда жарияланған дереккөздер сәйкесінше кемінде 40% және 50% болуы керек. Әдебиеттер тізімінде **ғылыми баяндамаларға, диссертацияларға және конференция материалдарының жинақтарына** сілтемелер болмауы керек.

- Мәтіндегі сілтемелер төртбұрышты жақшада [1], [1,2,3] берілуі керек. Анықтамалық нөмір 1 санынан басталып, кіріспе бөлімінен жалғасуы керек. Әдебиеттер тізімі APA (<https://www.bibme.org/citation-guide/APA/book/>) бойынша DOI (бар болса) көрсете отырып дайындалуы керек.

Библиография APA бойынша бірінші тізімде түпнұсқадағы түрінде, екінші тізімде сілтеме <http://translit-online.ru/> бойынша транслитерацияланған түрінде сипатталады. Транслитерация ақпарат көзі қазақ немесе орыс тілдерінде жазылған кезінде жасалады, ағылшын тілінде жазылған жағдайда транслитерация өзгеріссіз қалады.

Мысалы,

APA бойынша библиографияны рәсімдеу:

1 Степанов, АС, Асеева, ТА, Дубровин, КН. (2020). Влияние климатических характеристик и значений вегетационного индекса NDVI на урожайность сои (на примере районов Приморского края). *Аграрный вестник Урала*, 1 (192), 10-19.

APA бойынша библиографияны транслитерациялау:

1 Stepanov, AS, Aseeva, TA, Dubrovin, KN. (2020). Vliyanie klimaticheskikh harakteristik i znachenij vegetacionnogo indeksa NDVI na urozhajnost' soi (na primere rajonov Primorskogo kraja). *Agrarnyj vestnik Urala* [In Russ], 1 (192), 10-19.

ҚЫСҚАРТУЛАР ЖӘНЕ ТЕРМИНДЕР

Қысқартулар қандай да бір терминді алғаш қолданған кезде оның толық атауы көрсетілуі ал жақшаның ішінде аббревиатурасы келтіріледі.

Микроорганизмдер, өсімдіктер және зоологиялық атаулар курсивпен жазылуы қажет.

ӨЛШЕМ БІРЛІКТЕРІ, СИМВОЛДАР, КЕСТЕЛЕР, ИЛЛЮСТРАЦИЯЛАР ЖӘНЕ ФОРМУЛАЛАР

Өлшем бірліктері SI жүйесіне сәйкес көрсетілуі керек. ×, μ, η немесе ν сияқты белгілер пайдаланылса, оларды Word бағдарламасының Times New Roman тіліндегі таңбалар мәзірі арқылы қосу керек.

Таңбалар (°) немесе (×) сияқты таңбалар таңбалар мәзірінде қолданылуы керек және үстіңгі әріптермен көрсетілмеуі керек: «о» немесе «х». Сандар мен өлшем бірліктері (мысалы, 3 кг) және сандар мен математикалық таңбалар (+, −, ×, =, <, >) арасында бос орындар енгізілуі керек, бірақ сандар мен пайыздық таңбалардың (мысалы, 45%) арасына емес.

Кестені бірінші ескерту мәтінінен кейін бірден орналастыру керек. Қолжазбадағы барлық кестелерде олардың нөмірлерін көрсететін сілтемелер болуы керек (мысалы, 1-кесте; 2-кесте

және т.б.). Кестенің тақырыбы оның мазмұнын көрсетуі, дәл және қысқа болуы керек. Атын кестенің үстінде, шегініссіз қою керек (мысалы, 1-кесте – *E. granulosus protoscolex* жұқтырған жануарлардың гематологиялық көрсеткіштері). Кестенің аты соңында нүктесіз беріледі. Егер кесте атауы екі немесе одан да көп жолды алып жатса, онда оны бір жол аралығымен жазу керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Иллюстрациялар (сызбалар, диаграммалар, диаграммалар, фотосуреттер және т.б.) бірінші айтылған кезде мәтіннен кейін бірден орналастырылуы керек. Қолжазбадағы барлық иллюстрацияларға сілтеме болуы керек. Сілтеме жасау кезінде сіз «фигура» сөзін және оның нөмірін жазуыңыз керек, мысалы: «2-суретке сәйкес» және т.б. Фигуралардың тақырыбы суреттің ортасына туралау арқылы тікелей суреттің астына жазылуы керек. Мәтін мен суреттің алдында және кейін 1 интервал қалады.

Формулалар. Қарапайым жолды және бір жолды формулаларды арнайы редакторларды қолданбай таңбалармен теру керек (Symbol, GreekMathSymbols, Math-PS, Math A Mathematica ВТТ шрифтітерінің арнайы таңбаларын пайдалануға рұқсат етіледі). Күрделі және көп жолды формулалар толығымен Microsoft Equation 2.0, 3.0 формула редакторында терілуі керек. Формуланың бір бөлігін таңбалармен, ал бөлігін формула редакторында теруге рұқсат етілмейді.

ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

Әрбір мақалада библиографиялық сілтемелер болуы керек. Келтірілген мақала жарияланған журналдың атауы қысқартылған атау ретінде тиісті журналдың мұқабасынан, сондай-ақ сілтеме арқылы көрсетілуі керек: www.journalseek.net немесе басқа расталған тізімнен. Журналдың тақырыбы курсивпен жазылуы керек.

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ОРЫНДАЛУ БАРЫСЫН БАҚЫЛАУ

Корреспондент автор ұсынған қолжазбаның қаралу барысын өз есептік жазбасынан бақылай алады. Сонымен қатар, ол жүйемен жасалған электрондық поштаны алады (Сәйкестігі бар мәтіндік құжатты тексеру нәтижелері туралы анықтама; редакцияның және/немесе рецензенттердің түсініктемелері бар хат; қолжазбаны қабылдау және/немесе қабылдамау туралы журнал редакциясының хаты және т. б.).

ҚОЛЖАЗБАНЫ РЕЦЕНЗИЯЛАУ, МӘТІНДІ ДЕРЕКТЕУ ЖӘНЕ МАҚАЛАЛАРДЫ ЖАРИЯЛАУ

Қолжазба рецензиясы. Сарапшылар *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналы сайтына пікірлерін жібергеннен кейін автор электрондық хат алады. Редактор рецензенттердің пікірлерін тексереді және оларды тиісті авторға қосымша түсініктемелері бар немесе онсыз жібереді. Тиісті автор 4 апта ішінде редакторлардың және/немесе рецензенттердің пікірлері негізінде өңделген қолжазбаны ұсынуы керек. Тиісті авторға көбірек уақыт қажет болса, ол редактордың рұқсатын алуы керек. Егер автор рецензенттің ескертулерімен келіспесе, ол әрбір пікірге негіздеме хат береді. Әрбір қолжазба бойынша соңғы шешімді бас редактор қабылдайды.

Мәтінді түзету. Автор(лар) қолжазбаның мазмұнына өздері жауапты. Мәтінді түзетуді бақылау авторлармен де, редакторлармен де өңдеудің әр кезеңінен кейін жасалып отыру керек. Редактор мен рецензенттердің барлық түсініктемелері/сұрақтары, сондай-ақ корреспондент автордың түзетулері мен жауаптары Word бағдарламасындағы рецензиялау функциясын қолдана отырып, қолжазбаның бір мәтінінде жасалу керек.

Басылым. *С.Сейфуллин атындағы ҚАТЗУ ғылым жаршысы: пәнаралық* журналының онлайн және қағаз нұсқасында жарияланған мақалаларға DOI нөмірі (сандық нысан идентификаторы) беріледі.

Жарияланымды төлеу туралы ақпарат

Төлем редакция мақаланы басылымға қабылдағаннан кейін жасалады. «С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университетінің ғылым жаршысы» журналында мақалаларды орналастырғаны үшін төлем мөлшері 2022 жылдың № 53-Н бұйрығымен бекітілген:

Пәнаралық сериясында:

1. «Ауыл шаруашылығы ғылымдары» бөлімінде:
 - С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 4 000 (төрт мың) теңге/1бет;
 - Басқа тарап/ұйымдары үшін – 8 000 (сегіз мың) теңге/1бет;
 - Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.
 2. «Биология ғылымдары», «Техника ғылымдары», «Гуманитария ғылымдары» және «Экономика ғылымдары» бөлімдері баспасына мақала жариялауға:
 - С. Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті қызметкерлерімен білім алушылары үшін – 1 000 (бір мың) теңге/1бет;
 - Басқа тарап/ұйымдары үшін – 2 000 (екі мың) теңге/1бет;
 - Шетелдік авторлардың жеке мақаласы – тегін.
- Төлем «Мақаланы жариялау үшін» деген белгімен Халық банкінің кассаларында жүргізіледі. Мақаланы жариялауға оң қорытынды алған авторлар келесі мәліметтер бойынша ақы төлеуі керек.

«С.Сейфуллин ат. ҚАТЗУ» КеАҚ-ның «Қазақстан Халық Банкі» АҚ-дағы реквизиттері:

БИН 070740004377

ИИК KZ 446010111000037373 KZT БИК HSBKKZKX

Код 16

КНП: 890

Банк: АРФАО № 119900 «Қазақстан Халық Банкі»

Байланыс телефоны: 8 (7172) 31-02-45;

Электрондық пошта: vestnik_katu@kazatu.kz

Мекен-жайы: 010011, Қазақстан Республикасы, Астана қаласы, Жеңіс даңғылы, 62

Сондай-ақ Kaspi.kz мобильді қосымшасы арқылы (университеттер мен колледждер).

ҚОЛЖАЗБА ҮЛГІСІ

ӘОЖ

Журналға ұсынылған қолжазбаның атауы
(Қолжазбаның атауы бірінші әріпті қоспағанда, кіші әріппен жазылуы керек)

Түйін

Алғышарттар мен мақсат.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер.....

Қорытынды.....(300 сөзден артық емес)

Кілт сөздер:.....(4-6 сөз)

Кіріспе.....

Материалдар мен әдістер.....

Нәтижелер және талқылау.....

Қорытынды.....

Авторлардың қосқан үлесі.....

Қаржыландыру туралы ақпарат.....

Әдебиеттер тізімі

1 Думова, В.В., Мищенко, А.В., Никешина, Т.Б. (2008). Противовирусные антитела в молозиве и молоке коров. *Российский Ветеринарный журнал*, 49, 40-42.

References

1 Dumova, V.V., Mishchenko, A.V., Nikeshina, T.B. (2008). Protivovirusnye antitela v molozive i moloke korov [Antiviral antibodies in colostrum and cow's milk]. *Rossiyskij Veterinarnyj zhurnal* [Russian Veterinary Journal], 49, 40-42.

Название рукописи, представленной в журнал

Фамилия И.О.

Аннотация

Ключевые слова:(4-6 слов)

Title of the manuscript submitted to the Journal

First name P.(if any) Family

Abstract

Key words:(4-6 words)

ҚОЛЖАЗБАНЫҢ ТИТУЛДЫҚ ҮЛГІСІ

ӘОЖ 631. 46: [631.862:636.2]

Микроағзалардың культуралды сүзіндісінің бидай дәнінің өнгіштігі мен дамуына әсері

Науанова А. П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті
2«БИО-КАТУ» ЖШС

³«Республикалық микроағзалар коллекциясы» ЖШС, Астана, Қазақстан

Корреспондент-автор: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Бірлескен авторлар: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{інші} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{шы} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Ескерту:** «Авторлардың үлесін» белгілеу үшін авторлардың аты-жөнінің қысқартуларын қолдану керек, мысалы:

Авторлардың қосқан үлесі: АН, НШ және АА зерттеудің тұжырымдамасын жасады және жобалады, жан-жақты әдебиеттерді іздестірді, жиналған деректерді талдап, қолжазбаның жобасын жасады. ММ, АТ және ЗС: қолжазбаның соңғы редакциясын және коррекциясын орындады. Барлық авторлар қолжазбаның соңғы редакциясын оқып, қарап, бекітті.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Зертеулер BR18574066 «Биотехнология, экология, ауыл шаруашылығы саласындағы биоқауіпсіздік үшін биотехнологиялық маңызы бар өнеркәсіптік микроорганизмдер биобанкін құру» ғылыми-техникалық бағдарламасының 2022-2024 жылдарға арналған бағдарламалық-нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржылық қолдаумен орындалды.

ОБРАЗЕЦ ТИТУЛЬНОГО ЛИСТА

УДК 631. 46: [631.862:636.2]

Влияние культуральной вытяжки из микроорганизмов на всхожесть и развитие пшеницы

Науанова А.П.,¹ Шуменова Н.Ж.,² Алгожина А.Ш.,¹ Макенова М.М.,²
Темирханов А.Ж.,³ Сармурзина З.С.³

¹Казахский агротехнический исследовательский университет им. С.Сейфуллина

²ТОО «БИО-КАТУ»

³ТОО «Республиканская коллекция микроорганизмов», Астана, Казахстан

Автор-корреспондент: Науанова А.П.: nauanova@mail.ru

Соавторы: (1:НШ) nazym.shumenova@mail.ru; (2: ММ) m.makenova89@mail.ru
(3:АА) asya.kz@mail.ru; (4:АТ) aszhte@gmail.com; (5: ЗС) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3^{ий} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-9375-4594>

5^{ый} Автор: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6^{ой} Автор: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Примечание:** для обозначения «Вклада авторов» следует использовать сокращения имен авторов, например:

Вклад авторов

АН, НШ и АА: Концептуализировали и оформили исследование, провели всесторонний поиск литературы, проанализировали собранные данные и подготовили рукопись. ММ, АТ и ЗС: провели окончательную редакцию и вычитку рукописи. Все авторы прочитали, просмотрели и одобрили окончательную редакцию рукописи.

Информация о финансировании

Работа выполнена при финансовой поддержке в рамках программно-целевого финансирования на 2022-2024 годы научно-технической программы BR18574066 «Создание биобанка промышленных микроорганизмов биотехнологического значения для биобезопасности в области биотехнологии, экологии, сельского хозяйства».

SAMPLE TITLE PAGE

UDC 631.46: [631.862:636.2]

Influence of cultural extract from microorganisms on germination and development of wheat

Ainash P. Nauanova¹, Nazymgul Zh. Shumenova², Meruert M. Makenova²,
Asiya Sh. Algozhina¹, Aslan Zh. Temirkhanov³, Zinigul S. Sarmurzina³

¹S. Seifullin Kazakh Agrotechnical Research University

²LLP «БИО-KATU»,

³LLP "Republican collection of microorganisms", Astana, Kazakhstan

Corresponding author: Ainash P. Nauanova, nauanova@mail.ru

Co-authors: (1: NSh) nazym.shumenova@mail.ru; (2: MM) m.makenova89@mail.ru
(3: AA) asya.kz@mail.ru; (4: AT) aszhte@gmail.com; (5: ZS) sarmurzinazs15@gmail.com

ORCID:

1st Author: <https://orcid.org/0000-0003-4597-2697>

2nd Author: <https://orcid.org/0000-0003-5931-7539>

3rd Author: <https://orcid.org/0000-0002-9276-1975>

4th Author: <https://orcid.org/0000-0002-9765-008X>

5th Author: <https://orcid.org/0000-0002-8423-4937>

6th Author: <https://orcid.org/0000-0003-5595-4824>

***Note:** Abbreviations of author names should be used for “**Authors’ Contributions**”, e.g.:

Authors’ Contributions

AP, NSh and AA: Conceptualized and designed the study, conducted a comprehensive literature search, analyzed the gathered data and drafted the manuscript. MM, AT and ZS: Conducted the final revision and proofreading of the manuscript. All authors have read, reviewed, and approved the final manuscript.

Information on funding

The work was carried out with financial support within the framework of program-targeted financing for 2022-2024 of the scientific and technical program BR18574066 "Creation of a biobank of industrial microorganisms of biotechnological importance for biosafety in the field of biotechnology, ecology, agriculture".

МАЗМҰНЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

Науанова А.П., Максұтбекова Г.Т., Баимбетова Э.М., Шуменова Н.Ж., Касипхан А. Аккөкірелер (<i>Asteraceae</i>) тұқымдас өсімдіктердің ризосферасында таралған тұзға төзімді микроағзаларды іріктеу.....	4
Кипшақбаева Г.А., Әшірбекова І.Ә., Амантаев Б.О., Сәбит Д.М. Результаты оценки сортов сои различного происхождения в условиях Северного Казахстана.....	14
Амантаев Б.О., Кипшақбаева Г.А., Мейсам Заргар, Кульжабаев Е.М., Кашкаров А.А., Луцак П.В., Каримова А.М. Жаздық жұмсақ бидай сорттарының өнімділігі мен құрғақшылыққа төзімділігін арттырудың кешенді агротехнологиялық шаралары.....	30
Унышева Н.К., Макенова С.К., Жағипарова Т.Т., Татаринцев В.Л. ГАЗ технологиясын және RUSLE моделін пайдалана отырып, топырақ эрозиясын бағалау.....	40
Хасанов В.Т., Екатеринбургская Е.М., Сидорик А.И., Удовицкий А.С., Розогина Е.В., Семейкин В.И. Сравнительная оценка новых сортов и селекционных образцов картофеля с пигментированной мякотью клубней в условиях Костанайской области.....	54
Шайкенова К.Х., Асанбаев Т.Ш., Сәденова М.Қ., Ибраев Д.К., Назарова Л.М., Айсар М.Е. Результаты изучения роста и развития коз горноалтайской пуховой породы, разводимых в условиях северо-востока Казахстана.....	75
Аблайсанова Г.М., Исбеков Қ.Б., Сансызбаев Е.Т., Аубакирова М.О. Қапшағай суқоймасындағы көксеркенің (<i>Sander lucioperca</i>) морфобиологиялық сипаттамасы және қазіргі кездегі жағдайы.....	84
Адилбеков Ж.Ш., Аубакирова Г.А., Балдэжи Ю.А., Куанчалеев Ж.Б., Казтай Н.К., Оразғалиева К.С. Опыт кормления клариевого сома экструдированными комбикормами с фитобиотиками.....	97
Қуанышбекова Г.Қ., Кириченко О.И., Надирбаева Г.Т., Кабдолов Ж.Р., Аубакиров Б.С., Притыкин И.В. Ретроспективный анализ и текущие тенденции заболеваемости промысловых видов рыб водоёмов Ертисского бассейна (Казахстан, Центральная Азия).....	108
Сманов А.Ж., Карабаев К.Б. Алматы облысы тау бөктері аймағы жағдайында күздік бидайдың өнімділігіне тұқым себу мерзімдері мен алғы дақылдардың әсері.....	118
A. Bexultan, N. Ginayatov, B. Sariyev, A. Brigida, A. Nimatov Intoxication by nitrogen compounds in sturgeon juveniles grown in recirculation aquaculture system.....	126
Абекова А.М., Ержебаева Р.С., Базылова Т.А., Айнебекова Б.А. Отзывчивость казахстанских сортов озимой пшеницы на андрогенез в культуре пыльников <i>in vitro</i>	134
Адуов М.А., Нукушева С.А., Каспаков Е.Ж., Володя К., Исенов К.Г. Разработка почвообрабатывающе-посевных машин для органического сельского хозяйства, адаптированных к почвенно-климатическим условиям Северного Казахстана.....	145

Нурпеисов И.А., Кадырбекова Ж.Д. Обзор результатов селекции факультативной мягкой пшеницы в Республике Казахстан.....	160
Абылкасымова Г.М., Толебаева А.Д., Мить Н.В., Сейсенбаева А.С., Жаксылыкова А.А. Генетическое разнообразие и структура национальных пород собак.....	172
Казанкапова М.К., Касенова Ж.М., Ермагамбет Б.Т., Болат А.К., Кадырбаева Г.Р., Ордабаева С.Р., Малгаждарова А.Б., Кожамуратова У.М. Совместное применение гуминовых удобрений и углекислого газа для улучшения роста огурцов.....	184
Наурызбаев М.К., Карымсаков Т.Н., Муратов, А.А., Бабаев Р.А. Проблемы введения экономических индексов оценки КРС в Казахстане.....	197
Омарова К.М., Шайкенова К.Х., Шауенов С.К., Долдашева Г.К. Мухаметжарова И.Е., Шарапатов Т.С. Убойные качества и морфологические особенности туш козлов различных пород, разводимых в условиях Павлодарской области.....	209
Хасен Ж.М., Казанкапова М.К., Ермагамбет Б.Т., Касенова Ж.М., Бейсембаева К.А., Акимбеков Н.Ш., Тастамбек К.Т., Тауанов Ж.Т., Алдынгурова Ф.Ж., Малгаждарова А.Б., Акишекина Э.С. Использование карбонизированных осадков сточных вод в качестве минерального удобрения: экологические и агрономические аспекты.....	219
Буршакбаева Л.М., Бекеева С.А., Акимжанов Д.Ш., Карагойшин Ж.М., Акоев М.Т. Состояние популяции джейрана (<i>Gazella subquitturosa</i> Guldenstadt) в пустынях Южного Казахстана.....	233

ҒЫЛЫМ ЖАРШЫСЫ

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті

№ 2 (125) 2025

Журнал Қазақстан Республикасы
Мәдениет, ақпарат және спорт министрлігінің
Ақпарат және мұрағат комитетінде тіркелген
(№ 5770-Ж куәлік)
(№ 13279-Ж куәлік)

Құрастырған: Ғылым және инновациялар департаменті

Редакторы: Н.К. Кокумбекова

Техникалық редакторы: М.М. Жумабекова

Компьютерде беттеген: С.С. Романенко

Теруге берілді 10.04.2025 Басуға қол қойылды 27.06.2025 Пішімі 60 x 84¹/₈
Times New Roman гарнитурасы Шартты б.т. 14,88 Есептік б.т. 14,83
Таралымы 300 дана Тапсырыс № 25049

Сәкен Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу
университетінің баспасында басылды.
010011, Астана қ., Жеңіс даңғылы, 62 «а»
Анықтама телефондары: (7172) 31-02-45
e-mail:office@kazatu.kz
vestniknauki@bk.ru