

Торайғыров университетінің
ҒЫЛЫМИ ЖУРНАЛЫ

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ
Торайғыров университета

ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

Химия-биологиялық сериясы
1997 жылдан бастап шығады



ВЕСТНИК ТОРАЙҒЫРОВ УНИВЕРСИТЕТА

Химико-биологическая серия
Издается с 1997 года

ISSN 2710-3544

№ 3 (2025)

Павлодар

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ Торайгыров университета

Химико-биологическая серия
выходит 4 раза в год

СВИДЕТЕЛЬСТВО

о постановке на переучет периодического печатного издания,
информационного агентства и сетевого издания
№ KZ84VPY00029266

выдано

Министерством информации и коммуникаций Республики Казахстан

Тематическая направленность
публикация материалов в области химии, биологии, экологии,
сельскохозяйственных наук, медицины

Подписной индекс – 76134

<https://doi.org/10.48081/LELD1227>

Бас редакторы – главный редактор

Ержанов Н. Т.

д.б.н., профессор

Заместитель главного редактора

Ахметов К. К., д.б.н., профессор

Ответственный секретарь

Камкин В. А., к.б.н., доцент

Редакция алқасы – Редакционная коллегия

Яковлев Р.В.,	д.б.н., профессор (Российская Федерация);
Титов С. В.,	доктор PhD;
Касанова А. Ж.,	доктор PhD;
Jan Micinski,	д.с.-х.н., профессор (Республика Польша);
Surender Kumar Dhankhar,	доктор по овощеводству, профессор (Республика Индия);
Шаманин В. П.,	д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);
Азаренко Ю. А.,	д.с.-х.н., профессор (Российская Федерация);
Шокубаева З. Ж.	(технический редактор).

За достоверность материалов и рекламы ответственность несут авторы и рекламодатели

Редакция оставляет за собой право на отклонение материалов

При использовании материалов журнала ссылка на «Вестник Торайгыров университета» обязательна

© Торайгыров университет

МАЗМҰНЫ СОДЕРЖАНИЕ CONTENTS

«ХИМИЯ» СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ «ХИМИЯ» SECTION «CHEMISTRY»

Авдикерим Н. К.

Полипропилен өндіру технологиясының салыстырмалы
талдауы Қазақстан Республикасының мысалында.....5

Ерғазина Г. М., Касанова А. Ж.

Титан диоксиді негізіндегі фотокатализатор синтезі 18

Сапышев М. Ж.

Анализ и сравнение технологий удаления термостойких
солей из промышленных растворов метилдиэтанолamina30

«БИОЛОГИЯ» СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ» SECTION «BIOLOGY»

Ермакова О. А.

Различия в индексах Кетле, Робинсона городских
и сельских детей: данные северного Казахстана.....41

Seithanova K. K., Anikina I. N., Isayeva K. S., Tileubek U. N.

Growth regulators and nanopreparations for sustainable
crop production in northern Kazakhstan (review).....53

Уалиева Р. М., Чайзабекова М. А., Каверина М. М.

Қазақстанның солтүстік-шығысындағы жаздық бидай
фитопатогендерінің маусымдық және көпжылдық динамикасы68

«АУЫЛШАРУАШЫЛЫҚ» СЕКЦИЯСЫ СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО» SECTION «AGRICULTURE»

Amankeldi S. Zh., Anikina I. N.

Sterilization of cucumber seeds with various types
of antibiotics and their advantages83

Бейшова И. С., Шәмшідін Ә. С., Салимова Д. К.,**Гриценко Д. А., Шамекова М. Х.**Современные генетические подходы к изучению породных
и продуктивных качеств казахских лошадей 96**Kassymbekova L. N., Jumatayeva K. K., Ussenova L. M.,****Shampatova U. E., Zhaxalykov R. A.**

Identification of pathologies of the reproductive system in cattle 109

Собралиева Э. А., Джамалова А. Ю.Оптимизация условий культивирования
новых сортов винограда in vitro 125

Авторлар туралы ақпарат

Сведения об авторах

Information about the authors 140

Авторларға арналған ережелер

Правила для авторов

Rules for authors 149

Жарияланым этикасы

Публикационная этика

Publication ethics 161

СЕКЦИЯ «ХИМИЯ»

FTAMP 61.59.29

<https://doi.org/10.48081/WUPO8838>***Н. К. Авдикерим**

ТОО «Компания Нефтехим LTD»,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>*e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru**ПОЛИПРОПИЛЕН ӨНДІРУ ТЕХНОЛОГИЯСЫНЫҢ
САЛЫСТЫРМАЛЫ ТАЛДАУЫ ҚАЗАҚСТАН
РЕСПУБЛИКАСЫНЫҢ МЫСАЛЫНДА**

Бұл мақалада полипропиленнің физика-химиялық қасиеттері, өндіріс технологиялары және Қазақстандағы өндіріс саласының қазіргі жағдайы мен даму болашағы жан-жақты қарастырылады. Полипропилен – кеңінен қолданылатын әмбебап термопластик, ол өзінің жоғары беріктігімен, коррозияға төзімділігімен және өңдеуге икемділігімен ерекшеленеді. Зерттеуде еліміздегі екі жетекші кәсіпорын – Атырау облысындағы ЖШС «Kazakhstan Petrochemical Industries Inc». (KPI) және Павлодардағы «Компания Нефтехим LTD» ЖШС өндірістік қызметі нақты мысал ретінде қарастырылады. Novolen және Spheripol сияқты заманауи технологиялардың артықшылықтары мен ерекшеліктері салыстырмалы түрде сипатталып, олардың өндірістік тиімділігі, өнім сапасы мен экологиялық қауіпсіздігіне әсері сараланады. Сонымен қатар, мақалада катализатор жүйелерінің даму кезеңдері мен олардың полимеризация процесіне әсері, полипропиленнің молекулалық құрылымына ықпалы, өндірістің энергетикалық тиімділігі мен шығындарын оңтайландыру мәселелері де қамтылған. Полимердің түрлерін кеңейту, сапасын арттыру және технологиялық процестерді автоматтандыру бағытындағы заманауи жетістіктерге ерекше назар аударылған. Қазақстанда полипропилен өндірісінің дамуы елдің мұнай-газ-химия кешенін жетілдіру жолындағы маңызды қадам болып табылады және отандық экономиканың индустриялық-инновациялық дамуына елеулі үлес қосады. Мақалада келтірілген деректер мен

талдаулар Қазақстандағы полипропилен өндірісін тиімді басқаруға, импортқа тәуелділікті азайтуға және сыртқы нарыққа бәсекеге қабілетті өнім шығаруға мүмкіндік беретін ғылыми-тәжірибелік негіз болып табылады.

Кілтті сөздер: полипропилен, катализатор, полимер, Novolen технологиясы, Spheripol технологиясы, кәсіпорын, газ фазалы процесс, сұйық фазалы процесс.

Кіріспе

Мұнай-газ-химия өнеркәсібі – әлемдегі өнеркәсіптік және қаржылық қажеттіліктердің басым бөлігін қанағаттандырып отырған ең жылдам дамып келе жатқан салалардың бірі. Бұл бағыт қазіргі заманғы индустриялық дамыған мемлекеттердің экономикасы үшін өндіріс тиімділігін арттыратын негізгі факторлардың бірі болып саналады. Табиғи шығу тегі бар көптеген заттар – мысалы, ақуыздар, целлюлоза, крахмал және күрделі силикатты минералдар – полимерлер тобына жатады. Сондай-ақ жасанды түрде алынған материалдар: талшықтар, пленкалар, пластмассалар, жартылай қатты шайырлар мен каучуктар да полимерлерге кіреді.

Қазіргі таңда химия өнеркәсібінде өндірілетін қосылыстардың едәуір бөлігі синтетикалық полимерлерден тұрады. Осындай маңызды материалдардың бірі – полипропилен (ПП). Бұл полимерден жасалатын өнімдер полиэтиленнен кейінгі екінші орында тұр және 2019 жылы олардың әлемдік нарықтағы табысы шамамен 124,01 миллиард АҚШ долларын құраған [1, 22-б.].

Полипропилен өндірісінің жылдам өсуі мен сұранысының жоғары болуы бірнеше себептерге байланысты. Біріншіден, өндіріс процесі салыстырмалы түрде арзан, себебі қолданылатын қондырғылардың металл сыйымдылығы төмен және олар коррозияға төзімді. Екіншіден, бұл материал бактериялардың дамуына кедергі келтіреді, сондықтан одан жасалған құбырлар мен тұрмыстық бұйымдар санитарлық тұрғыдан қауіпсіз. Бұған қоса, полипропиленнің жылу өткізгіштігі төмен әрі дыбыс оқшаулау қасиеті жақсы, сондықтан ол құрылыс және тұрмыстық салада кеңінен қолданылады.

Бұл жұмыстың мақсаты – полипропилен алу процесінің жалпы сипаттамасын беру, Қазақстанда қолданылатын технологияларды салыстыра отырып талдау, сондай-ақ заманауи өндірістік әдістер мен олардың тиімділігін бағалау. Сонымен қатар, Қазақстандағы полипропилен өндірісінің дамуына әсер ететін факторларды және қолданылатын технологиялардың ерекшеліктерін анықтау.

Материалдар мен әдістері

Бұл зерттеуде полипропилен өндірісінің технологиялық процестері мен әдістері талданды. Ғылыми және техникалық әдебиеттер, салалық мақалалар мен статистикалық деректердің сараптамасы жүргізілді. Негізгі ақпарат көздері ретінде келесі ғылыми платформалар пайдаланылды: **Google Scholar** (<https://scholar.google.com>), **ScienceDirect** (<https://www.sciencedirect.com>), **SpringerLink** (<https://link.springer.com>), **ResearchGate** (<https://www.researchgate.net>), сондай-ақ **Scopus** және **Web of Science** мәліметтер базалары. Сонымен қатар, Қазақстандағы полипропилен өндіруші кәсіпорындардың қызметі нақты мысалдар ретінде қарастырылды.

Технологиялық процестердің тиімділігін салыстырмалы түрде талдау әдісі қолданылды. Мысалы, КРІ және «Нефтехим LTD» кәсіпорындарының өндірістік тәжірибесі, сондай-ақ заманауи технологиялар, оның ішінде Novolen және Spheripol әдістері зерттелді. Эксперименттік деректер мен технологиялық сипаттамаларды жүйелеу үшін кәсіпорындардың техникалық құжаттамаларына, салалық стандарттарға және өндірістік есептерге шолу жасалды.

Нәтижелер және талқылау

Полипропиленнің негізгі кемшіліктерінің бірі – оның ультракүлгін сәулелер мен төмен температуралардың әсеріне сезімталдығы. Мұндай жағдайларда материалдың физикалық және механикалық сипаттамалары төмендеп, жарылу қаупі артады және беткі жылтырлығы жоғалуы мүмкін. Дегенмен, бұл мәселені құрамына арнайы тұрақтандырғыш қоспаларды енгізу арқылы тиімді шешуге болады.

Бағаның төмен болуының тағы бір себебі – шикізат қорының молдығы мен Қазақстанда көптеген жылдар бойы жолға қойылған жоғары тазалықтағы пропилен алу технологиясы. Айта кету керек, полипропиленнің өзіндік құнының 90 %-дан астамын оның негізгі шикізаты – пропилен құрайды.

Полипропилен өндірісін жетілдіру және қарқындату бойынша негізгі жұмыстар қазір Қазақстанда да, әлемде де келесі бағыттарға бағытталған [2; 3]:

- полипропилен өндірісін қарқындатуды және технологиялық сұлбаны жеңілдетуді қамтамасыз ететін катализаторлардың тиімділігін арттыру. Атап айтқанда, бұл полимер құрамындағы катализатор қалдықтарын тазарту және жуу сұйықтығын қайта өңдеу сияқты еңбек шығыны көп сатыларды алып тастауға немесе қысқартуға мүмкіндік береді.

- жоғары тиімділігі бар жетілдірілген катализаторларды, сондай-ақ әртүрлі типтегі сополимерлер мен үштік сополимерлердің кең ауқымын қолдану арқылы өнім маркаларының ассортиментін ұлғайту;

- балқыманың ағындылық көрсеткішінің (БАК) ауытқуын төмендету;

- сополимер құрамын, молекулалық-массалық таралуын және материалдың кристалдық құрылымын неғұрлым дәл бақылау;
 - полимер бөлшектерінің пішіні мен құрылымын оңтайлы басқару;
 - полимерлердің физика-химиялық қасиеттерін нақты уақыт режимінде бақылауға мүмкіндік беретін заманауи автоматтандырылған басқару жүйелерін енгізу.

Циглер–Натта катализаторларын зерттеу мен модификациялаудың 70 жылы ішінде катализдік жүйелердің белсенділігі 35 есеге артты (1 г катализаторға 2 кг-нан 130 кг-ға дейін), ал өнімнің изотактичтігі 40 %-дан 99%-ға дейін өсті. Полимерлеу катализаторлары буындарының дамуы мен модификациясы 1-кестеде көрсетілген [3, 55-6.].

1-кесте – Полимерлеу катализаторларының буындары.

Буындары, жыл	Катализатор құрамы	Белсенділік, кг ПП/г кат	Изотактикалық,%
1-ші (1954)	$\delta\text{-TiCl}_3 \cdot 0.33\text{AlCl}_3 + \text{AlEt}_2\text{Cl}$ (ДЭАН)	2–4	90–94
2-ші (1970)	$\delta\text{-TiCl}_3 + \text{AlEt}_2\text{Cl}$	10–15	94–97
3-ші (1971)	$\text{MgCl}_2/\text{TiCl}_4/\text{бензоат} + \text{AlR}_3/\text{бензоат}$	15–30	95–97
4-ші (1980)	$\text{MgCl}_2/\text{TiCl}_4/\text{фталат} + \text{AlR}_3/\text{силан}$	40–70	95–99
5-ші (1988)	$\text{MgCl}_2/\text{TiCl}_4/\text{дигфир} + \text{AlR}_3/\text{силан (opt.)}$	70–130	95–99
6-ші (1999)	$\text{MgCl}_2/\text{TiCl}_4/\text{сукцинат} + \text{AlR}_3/\text{силан}$	40–70	95–99
Нефтехим ЛТД	$\text{MgCl}_2/\text{TiCl}_4 / \text{AlR}_3/\text{силан}$	0,60–0,65	96–99

Соңғы 20 жылда химия инженерлері металлосендік катализі саласында үлкен жетістіктерге қол жеткізді [4], бұл ерекше қасиеттері бар полипропилен алуға мүмкіндік берді. Бұл топқа жататын катализаторлардың құрамында

металлосендер бар. Олар – ауыспалы топ металдары мен мұнай пиролизінің жеңіл фракцияларынан алынатын көмірсутек циклопентадиенінің негізінде түзілетін органикалық қосылыстар.

Металлосен катализаторларының ішінде ең көп қолданылатыны – титаноцен дихлориді. Ол полипропилен алу процесінде тиімді катализатор ретінде пайдаланылады.

Металлосен негізіндегі катализаторлармен және дәстүрлі катализаторлармен алынған полипропиленнің негізгі қасиеттері салыстырмалы түрде талданған, олардың нәтижелері 2-кестеде көрсетілген.

2-кесте – Металлосендік және циглер-натта катализаторында алынған полипропиленнің сипаттамалары

Көрсеткіш	Өлшем бірлігі	Металлосендік гомополимері	Циглер-Натта гомополимері
Балқыманың ағындылық көрсеткіші	г/10 мин	25	25
Ксилолда ерігіштігі	%	<1,0	3,0–4,5
Созуға төзімділік шегі		320–440	300–320
Иілу кезіндегі серпімділік модулі		16,000–17000	15,000–16,000
Иілу кезіндегі беріктік шегі		480–510	450–480

Металлосендік гомополипропиленнің балку температурасы Циглер–Натта әдісімен алынған полипропиленге қарағанда шамамен 10 °C-қа төмен, бұл оның шынылануын жеңілдетіп, өндірістік шығындарды азайтады.

Ксилолда ерігіштігінің төмендігі, жоғары ағындылығы, пероксидтік қосылыстардың болмауы, олигомерлік және түтін түзуші заттардың аз мөлшері бұл материалды ұшпа органикалық қосылыстардың шығарылу деңгейі төмен автокөлік бөлшектерін өндіруде қолдануға мүмкіндік береді. Бұл өз кезегінде экологиялық жағдайды жақсартуға ықпал етеді.

3-кесте – Полимерлердің өндірістік әдістері

Полипропилен алу әдісі	Қысқаша сипаттама	Технологиялар
Газ фазалы процесс	Пропиленнің газ фазасында, еріткіштерсіз полимерленуі.	Unipol, Novolen, Borstar, Innovene, Hupol

Мономердегі сұйық фазалы процесс	Сұйық пропилендегі полимерлену. Көбінесе алғашқы саты ретінде қолданылады.	Spheripol (бірінші реактор), Hypol
Циклонды газ фазалы процесс	Циркуляциялық аймағы (ZOR – Zone of Reaction) бар көпсатылы газ фазалы процесс.	Spherizone
Көпсатылы (екі немесе үш реакторлы)	Кополимерлердің құрылымын басқаруға мүмкіндік беретін байланысты реакторлар.	Spheripol, Hypol, Borstar
Флюидтелген қабат	Катализатор мен мономердің қозғалыстағы флюидтелген қабатында жүргізілетін газ фазалы полимерлену.	Unipol, Innovene, Borstar
Араластырмалы реакторлар	Араластырмалы реактор қолданылатын газ фазалы реакция.	Novolen
Циклдік процесс	Сұйық фазадағы полимерленуге қолданылады.	Spheripol

Соңғы жылдары Қазақстан мұнайхимия саласын, соның ішінде полипропилен өндірісін белсенді дамытып келеді, импортқа тәуелділікті төмендету және халықаралық нарықта бәсекеге қабілетті өнім шығаруды мақсат етеді. Елде полипропилен синтезінің негізгі екі кәсіпорны жұмыс істейді: ЖШС «Kazakhstan Petrochemical Industries Inc». (KPI) және ЖШС «Компания Нефтехим LTD» [5].

4-кесте – Қазақстандағы екі полипропилен кәсіпорнының салыстырмалы кестесі

Параметр	KPI (Kazakhstan Petrochemical Industries Inc.)	Нефтехим LTD
Орналасқан жері	Атырау облысы, «Ұлттық индустриялық мұнай-химия технопаркі» АЭА аумағында	Павлодар облысы, Павлодар мұнай-химия зауытына жақын

Іске қосылған жылы	2021 жылы	2009 (полипропилен өндірісі басталды), 2015 жылы жаңғыртудан өтті
Жобалық қуаты	Жылына 500 000 тонна полипропилен	Жылына 70 000 тонна полипропилен
Қолданылатын технологиялар	Novolen (пропиленді полимерлеу)	Қытай компанияларымен бірлескен технологиялар
Шикізат	Теңіз кен орнынан алынатын пропан	Мұнайлы газдарды өңдеу арқылы алынатын пропилен
Өнім түрлері	Өртүрлі маркалы полипропилен (Қазақстанда алғаш рет шығарылатын 9 түрі)	Гранулааланған полипропилен, полипропилен қаптар, биг-бэгтер, қайта өңделген полипропилен, эпоксидті шайырлар
Экспорттық нарықтар	Қытай, Түркия, Еуропа, Ресей, Беларусь және басқа елдер	Қазақстан және экспорт (нақты елдер көрсетілмеген)
Ерекшеліктері	Қазақстандағы алғашқы интеграцияланған мұнай-химия кешені; әлемдік полипропилен өндірісінің шамамен 1 %-ын құрайды	Өндіріс ҚР ұлттық стандарттарына сай сертификатталған; экологиялық қауіпсіз технологиялар енгізілген
Инвестициялар	\$2,6 млрд	Көрсетілмеген

Қазақстандағы полипропилен өндіру кәсіпорындағылардағы қолданылатын процестер.

Novolen процесі – бұл KPI полипропиленді өндіру үшін қолданылатын технологиялық процесс, оның негізінде катализатордың ерекше қасиеттері мен реакторлардың тиімділігі жатыр. Бұл процесс газ фазасында полимеризациялау арқылы полипропилен алуды қамтамасыз етеді [6].

Novolen технологиясы жоғары белсенді катализаторларды пайдалану арқылы жұмыс істейді. Бұл катализаторлар пропиленнің полимеризациясы үшін қажетті реакцияны оңтайландырады. Катализаторлар құрамында металлоорганикалық қосылыстар, сондай-ақ органикалық донорлар бар. Технологияның негізі – бұл газ фазасында полимерлеу, онда пропилен молекулалары катализатормен әрекеттесіп, полипропилен тізбектерін құрайды. Бұл процесс өте тиімді, себебі ол жоғары өнімділік пен таза полимер алуды қамтамасыз етеді. Novolen процесі бірнеше кезеңнен тұрады, оның ішінде катализаторды беру, полимеризацияны жүргізу, және алынған полимерді жуу мен шығару. Полимеризация процесі арнайы реакторларда, көбінесе көпқұбырлы немесе ілмекті реакторларда жүзеге асырылады.

Novolen технологиясы жоғары температурада (60–80 °C) және төмен немесе орташа қысымда жүргізіледі. Бұл әдіс сұйық және газ фазаларында полимеризациялауды біріктіріп, жоғары сапалы полипропилен алу үшін тиімді жағдайлар жасайды. Novolen технологиясы әртүрлі полипропилен маркаларын өндіруге мүмкіндік береді, соның ішінде гомополимерлер мен сополимерлер. Бұл технологияның икемділігі әртүрлі қолдану салалары үшін арнайы қасиеттері бар полипропилендер шығаруға мүмкіндік береді. Алынған полимерлер арнайы қондырғыларда дегазациядан өтеді, ал реакция кезінде қалдық болған шикізат қайта өңделеді және қайтадан өндірістік процесс үшін пайдаланылады.

Novolen технологиясы газ фазалы полимеризацияның барлық артықшылықтарын пайдаланып, жоғары сапалы және тиімді полипропилен өндіруге мүмкіндік береді.

Ал Нефтехим LTD компаниясында қолданылатын процесс туралы ақпарат жоқ. Бірақ ұқсастығы жағынан ол Spheripol процесіне ұқсайды.

Spheripol процесі – бұл сұйық және газ фазаларында қатар жүретін полимерлеу әдісі. Технология модульдік жүйе түрінде жасалған және төрт негізгі кезеңнен тұрады [7]:

- катализаторды дайындау және енгізу;
- сұйық ортада полимерлеу;
- газ фазасында полимерлеу;
- дайын өнімді жуу және тазалау.

Процесс шамамен 15–33 бар қысымда және 65 °C температурада өтеді. Катализатор ретінде $TiCl_4$ және $MgCl_2$ қосылыстары, электрон доноры және триэтилалюминий қолданылады. Негізгі реактор – «кұбыр ішіндегі құбыр» үлгісіндегі ілмекті аппарат, ол цилиндр түрінде жасалған және сұйық пропиленмен толтырылады. Реакторға катализатор мен сутек үздіксіз беріледі, бұл полимердің молекулалық массасын реттеуге мүмкіндік береді [8].

Егер өнім ретінде екпінді сополимер алу қажет болса, онда полимер ілмекті реактордан кейін газ фазалы реакторға өтеді. Онда этилен мен пропиленнің қосымша реакциясы жүреді, нәтижесінде эластомерлі фаза түзіледі. Ал статистикалық сополимерлерді өндіру кезінде этилен секілді сомономер сұйық ортаға енгізіледі.

Spheripol әдісінде реакторда болу уақыты қысқа, себебі пропиленнің тығыздығы жоғары және катализатордың белсенділігі артық. Полимерлеу реакциясы экзотермиялық сипатта болады, сондықтан артық жылу реактор қабығында айналатын салқындатқыш су арқылы шығарылады. Мұндай реакторлар қолжетімді бағасымен, тиімді жылу алмасуымен және біркелкі жұмыс жағдайымен ерекшеленеді [9].

Түзілген полимер дегазация блогына өтеді, ал реакцияға қатыспаған пропилен конденсацияланып, қайтадан жүйеге жіберіледі.

Толық газ фазалы технологиялармен салыстырғанда, **Spheripol жүйесі** бір өндіріс желісінде әртүрлі полипропилен түрлерін — гомополимерлерді, статистикалық және гетерофазалық сополимерлерді өндіруге мүмкіндік береді. Бұл тәсіл полимерлердің кең ауқымын қамтып, өндірістің икемділігін арттырады [10].

Қорытынды

Полипропилен – заманауи индустрияда кеңінен қолданылатын, жоғары сапалы және технологиялық тұрғыдан икемді термопластиктердің бірі болып табылады. Оның механикалық, химиялық және термиялық қасиеттері бұл материалды түрлі салаларда, соның ішінде құрылыс, медицина, тамақ өнеркәсібі және автокөлік өндірісінде қолдануға мүмкіндік береді.

Қазақстанда полипропилен өндірісінің дамуы елдің мұнай-газ-химия өнеркәсібінің стратегиялық бағытына айналды. КРІ және «Компания Нефтехим LTD» кәсіпорындарының мысалында көрсетілгендей, заманауи технологияларды қолдану – өндіріс тиімділігі мен өнім сапасын арттыруға мүмкіндік беріп отыр. Novolen және Spheripol сияқты технологиялар полипропилен өндірудің экологиялық және экономикалық тұрғыдан тиімді әдістері болып табылады.

Катализаторлардың дамуы, технологиялық үдерістерді автоматтандыру және өнім ассортиментінің кеңеюі Қазақстанды ТМД мен Азия нарығында бәсекеге қабілетті өндірушілер қатарына қосуға мүмкіндік береді. Бұл бағытта отандық кәсіпорындар өз әлеуетін барынша тиімді пайдаланып, импортты алмастыру мен экспортты ұлғайтуға үлес қосып келеді.

Жалпы алғанда, полипропилен өндірісі – еліміздің мұнай-химия кешенін дамытудағы маңызды қадам, әрі Қазақстанның инновациялық-индустриялық даму жолындағы нақты жетістігінің айғағы.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Alsabri, A., Tahir, F., Al-Ghamdi, S. Environmental impacts of polypropylene production and prospects of its recycling in the GCC region // Materials Today: Proceedings. – 2022. – № 4. – Vol. 46. – P. 2245–2251.

2 Производство полимеров, в том числе биоразлагаемых: информационнотехнический справочник по наилучшим доступным технологиям. – М : Бюро НДТ, 2017. – 401 с.

3 **Слямов, Е. Ж., Масакбаева, С. Р.** Влияние титаномagneзиевого катализатора на полимеризацию полипропилена в условиях ТОО «Компания нефтехим LTD» // Наука и техника – Павлодар, 2021 – № 2. – 206 с.

4 **Цветкова, В. И.** Металлоценовый катализ в процессах полимеризации альфа-олефинов // Химия полимеров. – 2000. – № 11. – 1954–1973 с.

5 Kazakhstan Petrochemical Industries Inc. Электрондық ресурс: <https://kpi.kz> (Қол жеткізілген күні: 25.04.2025)

6 **Kettner, J.** Kinetic investigation of different supported catalysts for the polymerization of propylene under industrially relevant conditions: dissertation PhD of chemistry – Halle-Wittenberg, 2018. – 176 p.

7 **Сергеев, И. М.** История и современное состояние индустрии производства полипропилена в России // НефтеГазХимия. – 2022. – № 3. – 34–39 с.

8 Установка полимеризации полипропилена. ТОО «Компания Нефтехим LTD». Технологический регламент, 2017. – 166 с.

9 **Лосев, И. П.** Химия синтетических полимеров. – М. : Химия 1971. – 617 с

10 **Егоров, В. А.** Полипропилен. – М. : Химия, 1967. – 316 с.

REFERENCES

1 **Alsabri, A., Tahir, F., Al-Ghamdi, S.** Environmental impacts of polypropylene production and prospects of its recycling in the GCC region // Materials Today: Proceedings. – 2022. – № 4. – Vol. 46. – P. 2245–2251.

2 Proizvodstvo polymerov, v tom chisle biorazlagaemykh: informatsionno-tekhnicheskii spravochnik po nailuchshim dostupnym tekhnologiyam [Production of polymers, including biodegradable ones: information and technical guide on best available techniques]. – М. : Byuro NDT, 2017. – 401 p.

3 **Slyamov, E. Zh., Masakbayeva, S. R.** Vliyanie titanomagnezиеvogo katalizatora na polimerizatsiyu polipropilena v usloviyakh ТОО «Компания neftekhim LTD» [The effect of titanium-magnesium catalyst on polypropylene polymerization at LLP «Company Neftekhim LTD»] // Nauka i tekhnika. – Pavlodar, 2021. – № 2. – 206 p.

4 **Tsvetkova, V. I.** Metallotsenovyi kataliz v protsessakh polimerizatsii alfa-olefinov [Metallocene catalysis in the processes of alpha-olefin polymerization] // Khimiya polymerov. – 2000. – № 11. – P. 1954–1973.

5 Kazakhstan Petrochemical Industries Inc. [Electronic resource]. – URL: <https://kpi.kz> (Accessed: 25.04.2025).

6 **Kettner, J.** Kinetic investigation of different supported catalysts for the polymerization of propylene under industrially relevant conditions : PhD dissertation. – Halle-Wittenberg, 2018. – 176 p.

7 **Sergeev, I. M.** Istoriya i sovremennoe sostoyanie industrii proizvodstva polipropilena v Rossii [History and current state of the polypropylene production industry in Russia] // Neftegazokhimiya. – 2022. – № 3. – P. 34–39.

8 Ustanovka polimerizatsii polipropilena. ТОО «Компания Neftekhim LTD». Tekhnologicheskij reglament. [Installation of polymerization of polypropylene. LLP «Company Neftekhim LTD». Technological regulations]. – 2017. – 166 p

9 **Losev, I. P.** Himiya sinteticheskikh polimerov. [Chemistry of synthetic polymers]. – Moscow : Chemistry, 1971. – 617 p.

10 **Egorov, V. A.** Polipropilen. [Polypropylene]. – Moscow : Chemistry, 1967. – 316 p.

22.10.25 ж. баспаға түсті.

31.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

02.12.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Н. К. Авдикерим

ТОО «Компания Нефтехим LTD»,
Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 22.10.25.

Поступило с исправлениями 31.10.25.

Принято в печать 02.12.25.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПОЛИПРОПИЛЕНА НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН

В данной статье всесторонне рассматриваются физико-химические свойства полипропилена, технологии его производства, а также текущее состояние и перспективы развития отрасли в Республике Казахстан. Полипропилен является универсальным термoplastом широкого применения, который отличается высокой прочностью, устойчивостью к коррозии и технологической гибкостью. В исследовании на конкретных примерах рассмотрена производственная деятельность двух ведущих казахстанских предприятий – ТОО «Kazakhstan Petrochemical Industries Inc». (KPI) в Атырауской области и ТОО «Компания Нефтехим LTD»

в Павлодаре. Сравнительно охарактеризованы преимущества и особенности современных технологий производства – Novolen и Spheripol, а также проанализировано их влияние на эффективность производства, качество продукции и экологическую безопасность. Также в статье освещены этапы развития каталитических систем и их влияние на процесс полимеризации и молекулярную структуру полимера, рассмотрены вопросы повышения энергетической эффективности и оптимизации затрат. Особое внимание уделено современным достижениям в расширении ассортимента полимеров, повышении их качества и автоматизации технологических процессов. Развитие производства полипропилена в Казахстане представляет собой важный шаг в совершенствовании нефтегазохимического комплекса страны и вносит значительный вклад в индустриально-инновационное развитие национальной экономики. Приведённые в статье данные и анализ служат научно-практической основой для эффективного управления производством полипропилена, снижения зависимости от импорта и выпуска конкурентоспособной продукции на экспортные рынки.

Ключевые слова: полипропилен, катализатор, полимер, технология Novolen, технология Spheripol, предприятие, газофазный процесс, жидкофазный процесс.

*N. Avdikerim

LLP «Company Neftekhim LTD»,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.
Received 22.10.25.

Received in revised form 31.10.25.

Accepted for publication 02.12.25.

COMPARATIVE ANALYSIS OF POLYPROPYLENE PRODUCTION TECHNOLOGIES: THE CASE OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN

This article provides a comprehensive overview of the physicochemical properties of polypropylene, its production technologies, and the current state and development prospects of the industry in the Republic of Kazakhstan. Polypropylene is a versatile thermoplastic widely used due to its high strength, corrosion resistance, and technological flexibility. The study examines the operational activities of two leading Kazakhstani

enterprises – LLP «Kazakhstan Petrochemical Industries Inc.» (KPI) in the Atyrau region and LLP «Company Neftekhim LTD» in Pavlodar – as case studies. It comparatively characterizes the advantages and features of modern production technologies such as Novolen and Spheripol, and analyzes their impact on production efficiency, product quality, and environmental safety. The article also discusses the development stages of catalytic systems and their influence on the polymerization process and the molecular structure of the polymer, as well as issues related to improving energy efficiency and cost optimization. Special attention is given to recent achievements in broadening the polymer product range, improving quality, and automating technological processes. The development of polypropylene production in Kazakhstan represents an important step in enhancing the country's petrochemical complex and makes a significant contribution to the industrial and innovative growth of the national economy. The data and analysis presented in this article serve as a scientific and practical foundation for efficient management of polypropylene production, reducing import dependency, and producing competitive products for export markets.

Keywords: polypropylene, catalyst, polymer, Novolen technology, Spheripol technology, enterprise, gas-phase process, liquid-phase process.

<https://doi.org/10.48081/XBTW1191>

***Г. М. Ергазина¹, А. Ж. Касанова²**

^{1,2}Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

*e-mail: vergazinag@list.ru

ТИТАН ДИОКСИДІ НЕГІЗІНДЕГІ ФОТОКАТАЛИЗАТОР СИНТЕЗІ

Бұл мақалада жоғары химиялық тұрақтылығымен, уыттылығымен және ультракүлгін сәулелердің әсерінен органикалық ластанушы заттарды тиімді ыдырату қабілетімен фотокатализ саласындағы ең перспективалы және зерттелген материалдардың бірі болып табылатын титан диоксиді (TiO_2) негізіндегі фотокатализаторларды синтездеудің заманауи тәсілдері талқыланады. Титан диоксиді нанобөлшектерін алу үшін қолданылатын әртүрлі синтез әдістері – золь-гель, гидротермиялық, солвотермиялық, микротолқын және «жасыл» әдістер жан-жақты қарастырылады. Әрбір әдістің ерекшеліктері, артықшылықтары мен шектеулері, сондай-ақ алынған материалдардың құрылымдық және морфологиялық сипаттамалары нақты мысалдар арқылы талданады. Золь-гель әдісі төмен температурада анатаза фазасын алуға және бөлшек өлшемін дәл бақылауға мүмкіндік береді. Гидротермиялық және солвотермиялық әдістер жоғары кристалдылыққа қол жеткізеді және наноқұрылымды материалдар алуға тиімді болып саналады. Микротолқын әдісі реакция уақытының қысқаруын қамтамасыз етеді, ал «жасыл» әдістер экологиялық қауіпсіз синтезді жүзеге асырады және биологиялық ресурстарды пайдаланады. Сонымен қатар, мақалада титан диоксиді фотокатализаторларының қоршаған ортаны ластанушы заттарды жоюдағы рөлі мен болашағы да көрсетіледі. Зерттеу барысында Scopus, Web of Science және Google Scholar сияқты заманауи ғылыми дерекқорлардан алынған мәліметтер пайдаланылды. Алынған нәтижелер титан диоксиді негізіндегі наноматериалдарды әртүрлі

салаларда қолданудың кең мүмкіндіктерін көрсетеді және жаңа экологиялық тиімді технологияларды дамытуға негіз болады.

Кілтті сөздер: фотокатализатор, золь-гель әдісі, наноқұрылым, гидротермиялық әдіс, титан диоксиді.

Кіріспе

Соңғы онжылдықтарда химиялық бояғыштар, пестицидтер және өнеркәсіптік қалдықтар сияқты органикалық заттармен ластану мәселесі өзектілігін арттыруда. Бұл ластанушы заттар экожүйелер мен адам денсаулығына теріс әсер етеді, бұл оларды тазартудың тиімді әдістерін әзірлеуді қажет етеді. Перспективалы шешімдердің бірі – фотокатализаторларды қолдану-жарықтың әсерінен химиялық реакцияларды жеделдетуге қабілетті материалдар, соның ішінде органикалық ластанушы заттардың ыдырауы

Ең көп зерттелген фотокатализаторлардың бірі-титан диоксиді (TiO_2). Оның жоғары химиялық тұрақтылық, уыттылық емес және ультракүлгін (ультракүлгін) сәулелерінің әсерінен органикалық ластанушы заттарды тиімді ыдырату мүмкіндігі сияқты бірқатар артықшылықтары бар. Фотокатализдің әсері – жұмсақ ультракүлгін сәулесінің әсерінен катализатор бетіндегі ластанулардың минералдануы өткен ғасырдың 20-шы жылдарында ашылған. Алайда фотокатализге үлкен қызығушылыққа 1970 жылы А. Фуджишима күн энергиясын конверсиялау кезінде титан диоксидін кеңінен қолдануға жол ашқан пионерлік жұмыстары ықпал етті. Осы сәттен бастап көптеген түрлі фотокатализаторлар әзірленді [1].

Алғаш рет 1930 жылдардың соңында оттегінің қатысуымен бояғыштарды ағарту үшін TiO_2 -нің фотосенсибилизатор ретінде әрекет ету қабілетін зерттеді. Жұмыста ультракүлгін сәулесінің жұтылуы TiO_2 -де реактивті оттегі түрлерінің пайда болуына әкелетінін хабарлады, бұл органикалық химиялық заттардың фотототықсыздану арқылы түссізденуін тудырады, дегенмен TiO_2 өзі процестен кейін өзгеріссіз қалады. Сондықтан фотокатализдің кейбір негізгі ерекшеліктері осы ерте зерттеулер кезінде ашылды [2].

TiO_2 негізіндегі наноматериалдар соңғы онжылдықтарда кеңінен зерттелді. Олар бояулар мен полимерлерде, стоматологиялық тіс пастасында, ультракүлгін сәулелерден қорғауда (күн қорғанысы) пигменттер ретінде кеңінен қолданылады.

Материалдар мен әдістері

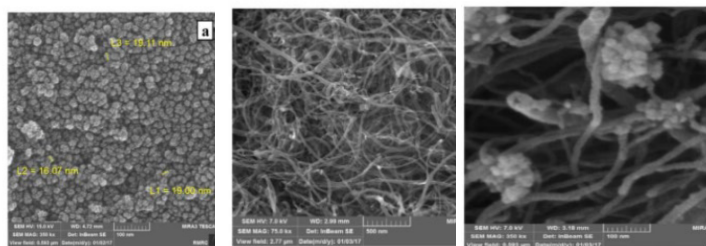
Google scholar, Scopus, Web of Science, Sciencedirect, elib.kaznu.kz, openread.academy, scite-ai дерекқорлары қолданылды.

Нәтижелер және талқылау

Титан диоксидінің (TiO_2) нанобөлшектерін синтездеудің әртүрлі әдістері оның морфологиялық, құрылымдық және функционалдық қасиеттерін бақылауға мүмкіндік береді. Синтез әдісін дұрыс таңдау алынатын материалдың кристалдық фазасына (анатаза, рутил, брукит), бөлшектердің өлшемі мен пішініне, беткі ауданға, сондай-ақ болашақтағы қолданылу аймағына тікелей әсер етеді. Кеңінен қолданылатын бес негізгі синтез әдістері: золь-гель, гидротермиялық, солвотермиялық, микротолқын және «жасыл» биогендік әдістер.

1 Золь-гель әдісі

Бұл әдіс алкоксидтер сияқты титан прекурсорларының гидролизі мен поликонденсациясына негізделген. Коллоидты ерітінді түзіледі, ол гелге айналады, содан кейін кептіру және жасу кезінде қатты материалға айналады. TiO_2 морфологиясын, кеуектілігін және фазалық құрылымын бақылауға мүмкіндік береді. Төмен температурада анатаза алу үшін қолайлы (1-сурет) [3; 4].



1-сурет – TiO_2 нанобөлшектерінің (а), таза көміртекті нанотүтіктердің (б) және көміртекті нанотүтіктермен безендірілген TiO_2 нанокөміртектің (с) FESEM-бейнесі [3]



2-сурет – Мезокеуекті құрылымы бар TiO_2 карбонатының синтезінің схемалық диаграммасы [5].

Карбонат [5] топтарымен модификацияланған мезокеуекті құрылымы бар анатаза TiO_2 НБ алды. Синтез үшін сұйық фазалық төмен температура әдісі (модификацияланған золь-гель әдісі) қолданылды.

Титан аквакомплекс прекурсорының түзілуі реакция арқылы жүреді:



Бұл зерттеудің өзіндік ерекшелігі титанның аквакомплексін пайдалануда жатыр. Аквакомплекс прекурсорына Na_3PO_4 , Na_2CO_3 немесе Na_3AsO_4 модификаторын енгізу реакцияны өзгертеді.

Химисорбцияланған карбонат топтарымен TiO_2 синтезінің принципіалды диаграммасы 2-суретте көрсетілген.

2 Гидротермиялық әдіс

Ол сулы ортада жоғары температура мен қысымда автоклавтарда жүргізіледі. Түрлі пішіндегі нанобөлшектерді, соның ішінде нанотүтіктерді және жоғары үлестік ауданы бар анатаза нанобөлшектерін синтездеуге мүмкіндік береді.

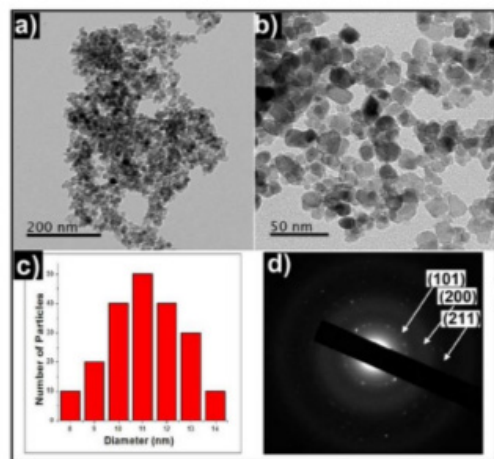
Жұмыста [6] титан диоксиді гликолат-оксо-пероксотитан (IV) кешенін гидротермиялық өңдеу арқылы синтезделді. 1-кестеде процесс ұзақтығына байланысты концентрациясы 50,0 мМ Ті кешенді ерітіндісінен алынған үлгілердегі TiO_2 полиморфтарының бөлшектерінің өлшемдері көрсетілген.

1 – кесте – TiO_2 полиморфтарының бөлшектерінің өлшемдері [6]

Процесс ұзақтығы, сағат	Кристалл өлшемі, нм		
	анатаза	брукит	рутил
2	4,9	7,7	29,1
3	5,7	9,7	34,8
12	8,6	14,0	51,7
24	10,0	15,6	57,4
72	12,9	19,8	63,7
168	16,6	23,5	67,2

3 Солвотермиялық әдіс

Гидротермальдыға ұқсас, бірақ органикалық еріткіш қолданылады. Жоғары температураны қамтамасыз етеді және нанобөлшектердің өлшемін, пішінін және кристалдылығын дәл бақылауға мүмкіндік береді. Басқа зерттеуде [7], TiO_2 терморезистенттік фотокатализаторының солвотермиялық синтезі прекурсор ретінде титан (IV) буюксиді және еріткіш ретінде диметил сульфоксиді (DMSO) арқылы орындалды. Алынған ақ құрғақ TiO_2 ұнтағы 400°C температурада күйдірілді. Солвотермиялық өндеуден кейін TiO_2 НБ кейінгі жасыту кристалдылықты тудырады және бөлшектердің ішінде ұсталған еріткіш молекулаларын толығымен жояды. Нәтижелер монодисперсті квазисфералық TiO_2 НБ (орташа өлшемі 11 нм) (3-сурет) таза анатаза фазасынан тұратынын көрсетті.

3-сурет – TiO_2 НБ ТЕМ кескіні (a, b), бөлшектердің мөлшерінің таралуы (c) және SAED (d) [7].

4 Микротолкын әдісі

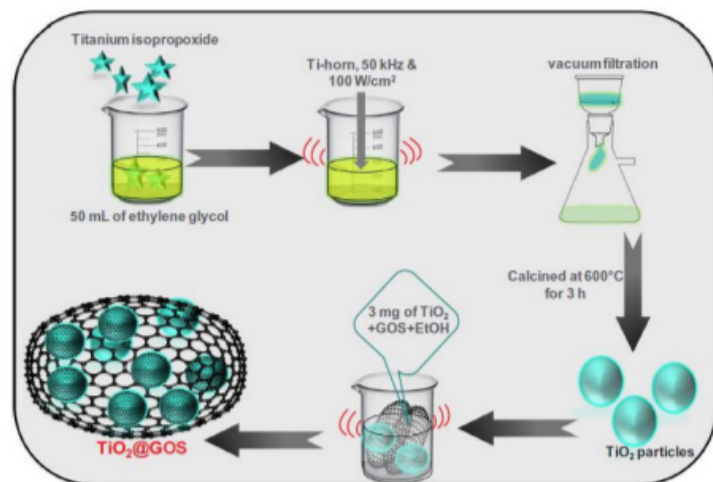
Реакциялық қоспаны қыздыру үшін микротолқынды сәулеленуді пайдаланады. Жылдам және біркелкі реакцияны қамтамасыз етеді, бірақ қажетті қасиеттері бар нанобөлшектерді алу үшін арнайы шарттар қажет болуы мүмкін. [8] жұмысында рутилді TiO_2 ұнтағы титан шлактарынан микротолқынды активтендіру арқылы дайындалды (4-сурет) және Na_2CO_3 қоспасының күйдірілген өнімнің кристалдылыққа, фазалық түрленуіне, бетінің функционалдық топтарына және беткі микроқұрылымына әсері зерттелді. 1 кВт микротолқынды қыздыру қуатымен 900°C 60 минут. Осыдан кейін күйдірілген өнім салқындатылып, талдау үшін пайдаланылды. Нәтижелер Na_2CO_3 массасының оңтайлы қатынасы 0,4 болатынын көрсетті, бұл кезде рутил TiO_2 кристалдылығы ең жоғары мәнге (99,21 %) жетті, ал кристаллдардың орташа өлшемі 43,5 нм болды.

4-сурет – TiO_2 рутилинің микротолқынды синтезінің схемасы [8]

5 «Жасыл» әдісі

TiO_2 бөлшектерін қалпына келтіру және тұрақтандыру үшін өсімдік сығындыларын, бактерияларды немесе басқа биологиялық агенттерді қолданатын экологиялық таза тәсіл. Әдетте золь-гель немесе гидротермиялық әдістермен бірге қолданылады. TiO_2 нанобөлшектерінің «жасыл» синтезі наноматериалдарды синтездеу үшін химиялық тәсілге экологиялық таза балама болып табылады. Биологиялық әдіс бактериялар, саңырауқұлақтар, актиномицеттер, ашытқылар және өсімдіктер сияқты биологиялық агенттерді пайдалана отырып, нанобөлшектерді синтездеу үшін ресурстардың кең спектрін қамтамасыз етеді [9; 10].

Биологиялық агенттердің көмегімен металл иондарының тотықсыздану жылдамдығы, сондай-ақ қоршаған ортаның температурасы мен қысымына байланысты әлдеқайда жылдам. Өсімдік сығындылары арқылы TiO_2 нанобөлшектерін алу «жасыл» синтезде айтарлықтай прогреске әкелді.



5-сурет – Графен оксиді композит негізіндегі TiO_2 электрокатализаторының сонохимиялық синтезінің схемасы [9]

Титан диоксидін синтездеудің көптеген әдістері бар, олардың әрқайсысының өзіндік артықшылықтары мен шектеулері бар. Әдіс таңдау қажетті морфологияға, TiO_2 фазасына (анатаза, рутил, брукит), қолдану аймағына және жабдықтың қолжетімділігіне байланысты. Золь-гель әдісі ең әмбебап болып саналады, ал гидротермиялық әдіс көбінесе нанокұрылымды материалдарды алу үшін қолданылады. «Жасыл» әдістер дәстүрлі тәсілдерге экологиялық таза балама ретінде көбірек қолданылуда.

Қорытынды

Бұл жұмыста титан диоксиді (TiO_2) нанобөлшектерін алу үшін қолданылатын әртүрлі синтез әдістеріне шолу жасалды. Зерттелген әдістердің ішінде золь-гель, гидротермиялық, солвотермиялық, микротолқынды және «жасыл» тәсілдердің әрқайсысы белгілі бір артықшылықтарымен және шектеулерімен сипатталады. Мысалы, золь-гель әдісі арқылы төмен температурада анатаза фазасын алуға болады және морфологияны тиімді басқаруға мүмкіндік береді. Гидротермиялық және солвотермиялық әдістер жоғары кристалдылықтағы нанокұрылымдарды алуға мүмкіндік берсе, микротолқынды әдіс синтез процесінің уақытын едәуір қысқартады. Ал «жасыл» әдістер экологиялық тұрғыдан қауіпсіз және тұрақты наноматериалдар алуға бағытталған.

TiO_2 синтезінің тиімді әдісін таңдау материалдың болашақтағы қолданылу саласына және қажетті қасиеттеріне байланысты жүргізілуі тиіс. Мысалы, фотокатализ, сенсорика немесе биомедицина салаларында қолдану үшін бөлшектердің фазалық құрамы мен морфологиясы аса маңызды рөл атқарады.

Жалпы алғанда, заманауи ғылыми-зерттеу жұмыстары TiO_2 нанобөлшектерінің синтезін жетілдіруге және олардың құрылымдық-функционалдық қасиеттерін нақты бақылауға бағытталуда. Бұл материалдың болашағы зор және ол көптеген жоғары технологиялық салаларда кеңінен қолданылады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Горбачев, С. А., Осовская, И. И. Основные понятия о фотокатализе // Учебное пособие: Диоксид титана. Повышение его фотокаталитической активности – 2019. – 7 с.

2 Juan M. Coronado, Fernando Fresno, Maria D. Hernandez-Alonso. Design of Advanced Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications // London: Springer – 2013. – P. 1–5. – <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5061-9>

3 Агафонов, А. В., Редозубов, А. А., Козик, В. В., Краев, А. С. Фотокаталитическая активность нанопорошков диоксида титана, полученных золь-гель методом при различных pH // Журнал: Неорганическая химия – 2015. – № 8. – 1001–1008 с. – <https://doi.org/10.7868/S0044457X15080024>

4 Askari, M. B., Tavakoli, Z. B., Seifi, M., Dehaghi, S. B., Veisi, P., – Synthesis of TiO_2 nanoparticles and decorated multi-wall carbon nanotube (MWCNT) with anatase TiO_2 nanoparticles and study of optical properties and structural characterization of TiO_2 /MWCNT nanocomposite // J: Optik – № 149. – 2017. – P. 447–454. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijleo.2017.09.078>

5 Mironyuk, I., Tatarchuk, T., Naushad, M., Vasylyeva, H., Mykytyn, I. Highly efficient adsorption of strontium ions by carbonated mesoporous TiO_2 // J. Mol. Liq. – № 285. – 2019. – P. 742–753. – <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.04.111>

6 Kobayashi, M., Kato, H., Miyazaki, T., Kakihana, M. Hydrothermal Synthesis of Pseudocubic Rutile-Type Titania Particles // J: Ceramics – № 2(1). – 2019. – P. 56–63. – <https://doi.org/10.3390/ceramics2010005>

7 Mezni, A., Saber, N. B., Ibrahim, M. M., El-Kemary, M., Aldalbahi, A., Feng, P., Smiri, L. S., Altalhi, T. Facile Synthesis of High Thermally Stable

TiO₂ Photocatalyst // New J. Chem. – № 41. – 2017. – P. 5021–5027. – <https://doi.org/10.1039/C7NJ00747G>

8 Kang, J., Gao, L., Zhang, M., Pu, J., He, L., Ruan, R., Omran, M., Peng, J., Chen, G. Synthesis of rutile TiO₂ powder by microwave-enhanced roasting followed by hydrochloric acid leaching // Adv. Powder Technol. – № 31(3). – 2020. – P. 1140. – <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.12.042>

9 Chen, T. W., Chinnapaiyan, S., Chen, S. M., Mahmoud, A. H., Elshikh, M. S., Ebaid, H., Yassin, M. T. Facile Sonochemical Synthesis of Rutile-type Titanium Dioxide Microspheres Decorated Graphene Oxide Composite for Efficient Electrochemical Sensor // Ultrason. Sonochem. – № 62. – 2020. – P. 104872. – <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104872>

10 Verma, V., Dossari, M.A., Singh, J., Rawat, M., Kordy, M. G., Shaban, M. A Review on green synthesis of TiO₂ NPs: Photocatalysis and Antimicrobial applications // J: Polymers – 2022. – № 14. – P. 1444. – <https://doi.org/10.3390/polym14071444>

REFERENCES

1 Gorbachev, S. A., Osovskaya, I. I. Osnovny'e ponyatiya o fotokatalize [Basic concepts of photocatalysis] // Uchebnoe posobie : Dioksid titana. Povy'shenie ego fotokataliticheskoy aktivnosti. – 2019. – P. 7.

2 Juan M. Coronado, Fernando Fresno, Maria D. Hernandez-Alonso Design of Advanced Photocatalytic Materials for Energy and Environmental Applications // London: Springer – 2013. – P. 1–5. – <https://doi.org/10.1007/978-1-4471-5061-9>

3 Agafonov, A. V., Redozubov, A. A., Kozik, V. V., Kraev, A. S. Fotokataliticheskaya aktivnost' nanoporoshkov dioksida titana, poluchenny'x zol'-gel' metodom pri razlichny'x pH [Photocatalytic activity of titanium dioxide nanopowders obtained by sol-gel method at different pH] // Zhurnal : Neorganicheskaya ximiya – 2015. – № 8. – 1001 – P. 1008. – <https://doi.org/10.7868/S0044457X15080024>

4 Askari, M. B., Tavakoli, Z. B., Seifi, M., Dehaghi, S. B., Veisi, P. Synthesis of TiO₂ nanoparticles and decorated multi-wall carbon nanotube (MWCNT) with anatase TiO₂ nanoparticles and study of optical properties and structural characterization of TiO₂/MWCNT nanocomposite // J : Optik – № 149. – 2017. – P. 447–454. – <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijleo.2017.09.078>

5 Mironyuk, I., Tatarchuk, T., Naushad, M., Vasylyeva, H., Mykytyn, I. Highly efficient adsorption of strontium ions by carbonated mesoporous TiO₂

// J. Mol. Liq. – № 285. – 2019. – P. 742–753. – <https://doi.org/10.1016/j.molliq.2019.04.111>

6 Kobayashi, M., Kato, H., Miyazaki, T., Kakihana, M. Hydrothermal Synthesis of Pseudocubic Rutile-Type Titania Particles // J : Ceramics – № 2(1). – 2019. – P. 56–63. – <https://doi.org/10.3390/ceramics2010005>

7 Mezni, A., Saber, N. B., Ibrahim, M. M., El-Kemary, M., Aldalbahi, A., Feng, P., Smiri, L. S., Altalhi, T. Facile Synthesis of High Thermally Stable TiO₂ Photocatalyst // New J. Chem. – № 41. – 2017. – P. 5021–5027. – <https://doi.org/10.1039/C7NJ00747G>

8 Kang, J., Gao, L., Zhang, M., Pu, J., He, L., Ruan, R., Omran, M., Peng, J., Chen, G. Synthesis of rutile TiO₂ powder by microwave-enhanced roasting followed by hydrochloric acid leaching // Adv. Powder Technol. – № 31(3). – 2020. – P. 1140. – <https://doi.org/10.1016/j.apt.2019.12.042>

9 Chen, T.W., Chinnapaiyan, S., Chen, S.M., Mahmoud, A. H., Elshikh, M. S., Ebaid, H., Yassin, M. T. Facile Sonochemical Synthesis of Rutile-type Titanium Dioxide Microspheres Decorated Graphene Oxide Composite for Efficient Electrochemical Sensor // Ultrason. Sonochem. – № 62. – 2020. – P. 104872. – <https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2019.104872>

10 Verma, V., Dossari, M. A., Singh, J., Rawat, M., Kordy, M. G., Shaban, M. A Review on green synthesis of TiO₂ NPs: Photocatalysis and Antimicrobial applications // J: Polymers – 2022. – № 14. – P. 1444. – [10.3390/polym14071444](https://doi.org/10.3390/polym14071444)

10.06.25 ж. баспаға түсті.

20.06.25 ж. түзетулерімен түсті.

06.10.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Г. М. Ергазина¹, А. Ж. Касанова²

^{1,2}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 10.06.25.

Поступило с исправлениями 20.06.25.

Принято в печать 06.10.25.

СИНТЕЗ ФОТОКАТАЛИЗАТОРА НА ОСНОВЕ ДИОКСИДА ТИТАНА

В данной статье рассматриваются современные подходы к синтезу фотокатализаторов на основе диоксида титана (TiO₂), который является одним из наиболее перспективных и изученных

материалов в области фотокатализа благодаря высокой химической стабильности, нетоксичности и способности эффективно разлагать органические загрязнители под действием ультрафиолетового излучения. Всесторонне рассмотрены различные методы синтеза, используемые для получения наночастиц диоксида титана – золь-гель, гидротермальный, сольвотермальный, микроволновый и «зеленые» методы. На конкретных примерах проанализированы особенности, преимущества и ограничения каждого метода, а также структурно-морфологические характеристики получаемых материалов. Золь-гель метод позволяет получать фазу анатаза при низких температурах и точно контролировать размер частиц. Гидротермальный и сольвотермальный методы достигают высокой кристалличности и считаются эффективными для получения наноструктурированных материалов. Микроволновый метод обеспечивает сокращение времени реакции, а «зеленые» методы реализуют экологически безопасный синтез и используют биологические ресурсы. Кроме того, в статье также рассматриваются роль и перспективы фотокатализаторов на основе диоксида титана в удалении загрязняющих веществ из окружающей среды. В исследовании использованы данные современных научных баз данных, таких как Scopus, Web of Science и Google Scholar. Полученные результаты демонстрируют широкий потенциал применения наноматериалов на основе диоксида титана в различных областях и служат основой для разработки новых экологически безопасных технологий.

Ключевые слова: фотокатализатор, золь-гель метод, наноструктура, гидротермальный метод, диоксид титана.

*G. M. Ergazina¹, A. Zh. Kassanova²

^{1,2}Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 10.06.25.

Received in revised form 20.06.25.

Accepted for publication 06.10.25.

SYNTHESIS OF A PHOTOCATALYST BASED ON TITANIUM DIOXIDE

This article discusses modern methods for synthesizing photocatalysts based on titanium dioxide (TiO₂), which is one of the most promising and

studied materials in the field of photocatalysis due to its high chemical stability, toxicity, and ability to effectively decompose organic pollutants under the influence of ultraviolet rays. Various synthesis methods used to obtain titanium dioxide nanoparticles – sol-gel, hydrothermal, solvothermal, microwave, and «green» methods – are comprehensively considered. The features, advantages, and limitations of each method, as well as the structural and morphological characteristics of the obtained materials, are analyzed using specific examples. The sol-gel method allows for obtaining the anatase phase at low temperatures and precise control of particle size. Hydrothermal and solvothermal methods achieve high crystallinity and are considered effective for obtaining nanostructured materials. The microwave method provides a reduction in reaction time, while «green» methods implement environmentally safe synthesis and use biological resources. In addition, the article also discusses the role and prospects of titanium dioxide photocatalysts in the removal of environmental pollutants. The study used data from modern scientific databases such as Scopus, Web of Science, and Google Scholar. The results obtained demonstrate the broad potential for the application of titanium dioxide-based nanomaterials in various fields and serve as a basis for the development of new environmentally friendly technologies.

Key words: photocatalyst, sol-gel method, nanostructure, hydrothermal method, titanium dioxide.

<https://doi.org/10.48081/XYAK8377>

*М. Ж. Сапышев

Торайғыров университет,
Республика Казахстан, г. Павлодар;
ТОО «ПНХЗ»,
Республика Казахстан, г. Павлодар.
ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-2043-2291>
*e-mail: sapyshevmediyar@gmail.com

АНАЛИЗ И СРАВНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ УДАЛЕНИЯ ТЕРМОСТОЙКИХ СОЛЕЙ ИЗ ПРОМЫШЛЕННЫХ РАСТВОРОВ МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНА

В данной статье представлен комплексный анализ проблемы накопления и методов удаления термостойких солей из водных растворов метилдиэтанолamina, широко используемых в процессах аминовой очистки природного и технологического газа. Рассмотрены основные химические механизмы образования термостойких солей, включая окислительную деградацию амина и его реакции с примесями сырьевого газа. Детально проанализировано негативное влияние накопления солей на эксплуатационные характеристики установок, в том числе снижение абсорбционной способности раствора, усиление коррозии оборудования, увеличение вязкости и склонности к вспениванию.

Центральной частью статьи является углубленное сравнение трех ключевых промышленных технологий удаления термостойких солей: ионного обмена, электролиза и вакуумной дистилляции. Для каждого метода описаны принципы действия, технологические особенности, преимущества и недостатки. Проведен сравнительный технико-экономический анализ, охватывающий капитальные и операционные затраты, эффективность, экологический след и сложность эксплуатации. В заключении даны практические рекомендации по выбору оптимальной технологии в зависимости от конкретных условий, подчеркивая важность интегрированного подхода к управлению качеством амина, который сочетает превентивные меры с правильно подобранным методом очистки.

Статья предназначена для инженеров-технологов, специалистов по эксплуатации и научных работников в области газопереработки и нефтехимии.

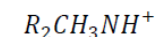
Ключевые слова: термостойкие соли, метилдиэтанолamin, аминовая очистка, деградация амина, ионный обмен, коррозия.

Введение

Аминовая очистка газа с использованием водных растворов метилдиэтанолamina является фундаментальным и широко распространенным процессом в нефтегазовой и химической промышленности [1]. Эффективность этого процесса напрямую влияет на качество конечного продукта и на соблюдение экологических норм. Метилдиэтанолamin, будучи третичным амином, ценится за свою селективность по отношению к сероводороду и низкие энергозатраты на регенерацию. Однако со временем в циркулирующем растворе накапливаются продукты необратимых химических реакций, известные как термостойкие соли. Эти соли, в отличие от карбаматов и бисульфидов, не разлагаются при термической регенерации в отпарной колонне, что приводит к их неуклонному концентрированию в системе [2].

Накопление термостойких солей – это не просто незначительное отклонение от нормы, а серьезная технологическая проблема с прямыми экономическими последствиями. Концентрация термостойких солей выше 0.5–1.5 % масс. уже считается критической и запускает каскад негативных явлений [3]:

Снижение емкости и эффективности: Каждый ион метилдиэтанолamina, связанный в виде соли



становится неактивным для поглощения кислых газов. Это приводит к необходимости увеличивать скорость циркуляции амина для достижения той же степени очистки, что напрямую увеличивает операционные затраты за счет большего расхода пара и электроэнергии.

Интенсификация коррозии: Анионы, особенно хлориды



и тиоцианаты



являются сильными коррозионными агентами для углеродистой стали, особенно в условиях высоких температур и скоростей потока в теплообменниках и регенераторе [4]. Это приводит к утончению стенок оборудования, незапланированным простоям и дорогостоящему ремонту.

Операционные проблемы: Накопление солей значительно увеличивает вязкость и плотность раствора, что ухудшает гидродинамику и эффективность массообменных тарелок в колоннах. Наиболее острой проблемой является вспенивание, которое приводит к уносу амина с очищенным газом, загрязнению последующих технологических участков и даже к полной остановке установки.

Загрязнение оборудования: Соли могут кристаллизоваться в холодных точках системы, вызывая засорение фильтров, теплообменников и трубопроводов, что снижает их производительность и требует частых очисток.

Таким образом, контроль и удаление термостойких солей являются не просто мерой по поддержанию качества амина, а ключевой задачей для обеспечения стабильной, безопасной и экономически эффективной работы всей установки [5].

Материалы и методы

Термостойкие соли – это конечный результат сложной сети химических реакций, протекающих в аминовом растворе. Источниками анионов служат примеси, поступающие с сырьевым газом, подпиточной водой или образующиеся в результате деградации самого амина. Основные пути и механизмы подробно описаны в литературе.

Деградация амина:

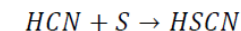
Окислительная деградация: Наиболее распространенный механизм. В присутствии растворенного кислорода метилдиэтанолламин может окисляться, образуя аминокислоты, такие как бицин (N,N-ди(2-гидроксиэтил)глицин), и в конечном итоге разлагаться до органических кислот: муравьиной, уксусной, гликолевой и щавелевой.

Высокие температуры в регенераторе значительно ускоряют этот процесс [6].

Карбонильная деградация: в присутствии диоксид углерода метилдиэтанолламин может медленно образовывать производные мочевины, которые затем гидролизуются до продуктов деградации.

Реакции с примесями из газа:

Цианиды и сера: циановодород реагирует с элементарной серой или полисульфидами, образуя тиоциановую кислоту, которая мгновенно нейтрализуется амином.



Серооксиды и кислород: диоксид серы и кислород могут приводить к образованию тиосульфатов

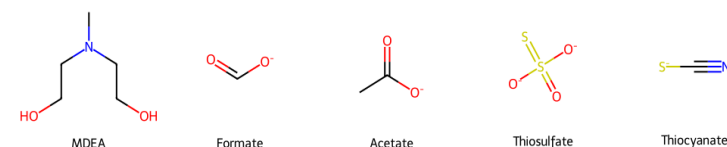


и сульфатов



Хлориды: хлороводород или органические хлориды, попадая в систему, образуют одни из самых коррозионно-активных солей – хлориды.

Ниже приведены химические структуры основных участников процесса:



Все эти соли стабильны при температурах регенерации (120–140 °C) и циркулируют в системе, постоянно накапливаясь.

Существует несколько промышленных технологий для борьбы с накоплением ТС. Выбор конкретного метода – это всегда компромисс между капитальными затратами, операционными затратами, эффективностью и экологическими соображениями.

Ионообменная очистка.

Принцип действия: Метод основан на прохождении части потока амина (обычно 1–5 % от общего расхода) через колонну с сильноосновной анионообменной смолой в гидроксильной форме



анионы термостойких солей,



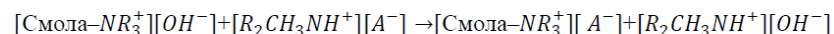
селективно поглощаются смолой и обмениваются на ионы



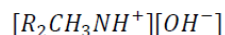
Этот метод можно рассматривать как «химическую фильтрацию» на молекулярном уровне.

Детали процесса: Используются гелевые или макропористые смолы на основе полистирола. Макропористые смолы предпочтительнее, так как они более устойчивы к органическим загрязнениям углеводородами, которые часто присутствуют в аминном растворе. Процесс является циклическим: рабочий цикл (поглощение солей) сменяется циклом регенерации.

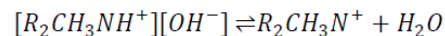
Реакция обмена:



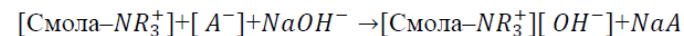
Восстановленный амин



при возвращении в систему немедленно реагирует с водой, регенерируя свободный МДЭА.



Регенерация смолы: После насыщения (проскока ионов) смола выводится из работы и регенерируется 4–8 % раствором щелочи. Это наиболее затратная и экологически сложная часть процесса, так как образуется большой объем солевого стока, требующего утилизации.



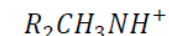
Технико-экономическая оценка этого метода показывает его эффективность при определенных условиях, но также указывает на значительные операционные расходы, связанные с реагентами [7].

Электродиализ.

Принцип действия: Электродиализ – это современный электромембранный процесс, который использует ионообменные мембраны и постоянное электрическое поле для разделения ионов без применения химических реагентов.

Раствор амина прокачивается через ячейки, образованные чередующимися катионообменными и анионообменными мембранами.

Детали процесса: Под действием электрического поля катионы



будучи положительно заряженными, мигрируют к катоду (отрицательный электрод), проходя через катионообменные мембраны, которые проницаемы только для катионов. Анионы термостойких солей



мигрируют к аноду (положительный электрод), проходя через анионообменные мембраны. Такое направленное движение приводит к тому, что в одних каналах (диллюат) формируется очищенный раствор амина, а в других (концентрат) — концентрированный раствор солей. Этот метод рассматривается как устойчивая и «зеленая» альтернатива традиционным методам регенерации [8].

Ключевым параметром является плотность тока, которая определяет скорость разделения, но ограничена, чтобы избежать поляризации мембран и снижения эффективности.

Вакуумная дистилляция.

Принцип действия: Этот метод, часто называемый «reclaiming», является наиболее радикальным. Он основан на огромной разнице в летучести между метилдиэтаноломином (Ткип $\approx 247^\circ\text{C}$) и практически нелетучими термостойкими солями и продуктами деградации.

Процесс проводится под вакуумом (6–10 кПа), чтобы снизить температуру кипения и предотвратить термическое разложение амина, которое активно протекает при температурах выше $170\text{--}180^\circ\text{C}$.

Детали процесса: Небольшой поток (обычно 0.5–2 %) загрязненного амина непрерывно подается в специальную ректификационную установку. Часто для улучшения разделения добавляется едкий натр, который высвобождает связанный амин из солей. Вода и чистый метилдиэтанолмин испаряются, поднимаются вверх по колонне, конденсируются и возвращаются в основную систему.

Все нелетучие примеси – термостойкие соли, продукты деградации, полимеры, соли металлов – остаются в кубовом остатке. Этот остаток представляет собой вязкую, коррозионно-активную жидкость (шлам), утилизация которой является отдельной сложной задачей. Технология позволяет достичь очень высокой степени очистки, но сопряжена со значительными энергозатратами [9].

Результаты и обсуждение

Выбор оптимальной технологии всегда является многофакторной задачей, где необходимо учитывать не только прямые затраты, но и надежность, экологичность и простоту эксплуатации.

Таблица 1–Сравнительный технико-экономический анализ

Критерий	Ионный обмен	Электродиализ	Вакуумная дистилляция
Капитальные затраты	Средние	Высокие	Очень высокие
Операционные затраты	Высокие (реагенты, утилизация)	Низкие (электроэнергия)	Высокие (пар, утилизация шлама)
Экологический след	Значительный (солевые стоки)	Минимальный (концентрат)	Средний (опасный кубовый остаток)
Эффективность по ТСС	90–98 %	85–95 %	>99 %
Удаление др. примесей	Нет	Нет	Да (все нелетучие)

Сложность в эксплуатации	Средняя (цикличность)	Низкая (автоматизация)	Высокая (вакуум, температуры)
Занимаемая площадь	Средняя	Компактная	Большая
Основная ниша	Периодическая очистка, мобильные установки	Непрерывный контроль ТСС в «здоровой» системе	Полная регенерация сильно загрязненного раствора

Не существует единственно верного решения для проблемы термостойких солей. Современный подход заключается в интегрированном управлении жизненным циклом амина, который включает превентивные меры и правильно подобранную технологию очистки.

Превентивные меры: Основой является минимизация попадания в систему загрязнителей. Это включает контроль качества сырьевого газа (установка коалесцирующих фильтров), использование деминерализованной подпиточной воды и предотвращение подсоса воздуха для минимизации окислительной деградации.

Выбор технологии:

Электродиализ является наиболее передовой технологией для поддержания чистоты амина. Установка, работающая в непрерывном режиме на байпасном потоке, позволяет поддерживать стабильно низкую концентрацию солей (<0.5 %), предотвращая их накопление и связанные с этим проблемы. Это превентивный, а не лечебный подход.

Ионный обмен остается надежным и гибким решением, особенно для «лечения» раствора при резких скачках концентрации термостойких солей или для установок средней мощности, где капитальные затраты на электродиализ могут быть слишком высоки.

Вакуумная дистилляция — это, по сути, «тяжелая артиллерия», применяемая в случаях, когда раствор сильно деградировал (концентрация термостойких солей > 3–5 %) и требуется его полная регенерация для восстановления работоспособности. Часто услуги по такой регенерации предоставляют специализированные сторонние компании.

Оптимальная стратегия — это комбинация превентивных мер, регулярного аналитического контроля состава термостойких солей и выбора наиболее технически и экономически оправданной технологии очистки, исходя из конкретных условий эксплуатации [10].

Список использованных источников

- 1 Kohl, A., & Nielsen, R. Gas Purification (5th ed.). Gulf Professional Publishing, 1997.
- 2 Mazinani, S., et al. «A review of heat stable salts (HSS) in amine gas treating: Formation, analysis, and removal». Journal of Natural Gas Science and Engineering, 2018. – 53. – P. 214–229.
- 3 Weiland, R. H., & Hatcher, N. A. «Diagnosing and Solving Amine Plant Problems». Proceedings of the 62nd Annual Laurance Reid Gas Conditioning Conference. Norman, Oklahoma, 2012.
- 4 Veawab, A., Tontiwachwuthikul, P., & Chakma, A. «Corrosion behavior of carbon steel in MEA solution containing heat-stable salts». Industrial & Engineering Chemistry Research, 1999. – 38(10). – P. 3917–3924.
- 5 Edgar, T. F., Rochelle, G. T., & Chen, C. (2011). «Amine-Based CO₂ Capture : Technology, Performance, and Improvement Opportunities». Journal of the Air & Waste Management Association. – 2011. – 61(12). – P. 1226–1234.
- 6 Goff, G. S., & Rochelle, G. T. «Oxidative Degradation of Aqueous Methyldiethanolamine (MDEA) in a Bench-Scale Stripper». Industrial & Engineering Chemistry Research, 2004. – 43(20). – P. 6400–6408.
- 7 Van der Ham, L., et al. «Ion exchange for heat stable salt removal from amine solutions : a technical and economical assessment». Chemical Engineering Research and Design, 2014. – 92(8). – P. 1519–1529.
- 8 Léonard, G., et al. «Electrodialysis for the reclamation of amine solvents : A sustainable alternative to thermal reclaiming». Journal of Membrane Science, 2018. – 550. –P. 269–281.
- 9 Polderman, L. D., Dillon, C. P., & Steele, A. B. «Degradation of Monoethanolamine in Natural Gas Treating Service». Gas Conditioning Conference Proceedings, 1955.
- 10 Optimised Gas Treating, Inc. «Reclaiming Amine Solutions». Technical Bulletin by Optimised Gas Treating, Inc, 2016.

Поступило в редакцию 21.09.25.

Поступило с исправлениями 26.09.25.

Принято в печать 06.10.25.

*М. Ж. Сапышев

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;
«ПМХЗ» ЖШС,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.
21.09.25 ж. баспаға түсті.
26.09.25 ж. түзетулерімен түсті.
06.10.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

МЕТИЛДИЭТАНОЛАМИНІННІҢ ӨНЕРКӘСІПТІК ЕРІТІНДІЛЕРІНЕН ЫСТЫҚҚА ТӨЗІМДІ ТҰЗДАРДЫ КЕТІРУ ТЕХНОЛОГИЯЛАРЫН ТАЛДАУ ЖӘНЕ САЛЫСТЫРУ

Бұл мақалада табиғи және технологиялық газды аминді тазарту процестерінде кеңінен қолданылатын метилдиэтаноламиннің сулы ерітінділерінен ыстыққа төзімді тұздардың жинақталу проблемасы мен жою әдістерінің кешенді талдауы келтірілген. Аминнің тотығу деградациясын және оның ишкізат газының қоспаларымен реакциясын қоса алғанда, ыстыққа төзімді тұздардың пайда болуының негізгі химиялық механизмдері қарастырылады. Тұздардың жинақталуының қондырғылардың жұмыс сипаттамаларына теріс әсері, соның ішінде ерітіндінің сіңіру қабілетінің төмендеуі, жабдықтың коррозиясының жоғарылауы, тұтқырлықтың жоғарылауы және көбіктену үрдісі егжей-тегжейлі талданды.

Мақаланың орталық бөлігі ыстыққа төзімді тұздарды кетірудің үш негізгі өнеркәсіптік технологиясын терең салыстыру болып табылады: ион алмасу, электродиализ және вакуумдық айдау. Әр әдіс үшін әрекет принциптері, технологиялық ерекшеліктері, артықшылықтары мен кемшіліктері сипатталған. Күрделі және операциялық шығындарды, тиімділікті, экологиялық іздерді және пайдаланудың күрделілігін қамтитын салыстырмалы техникалық-экономикалық талдау жүргізілді. Қорытындылай келе, нақты жағдайларға байланысты оңтайлы технологияны таңдау бойынша практикалық ұсыныстар беріліп, алдын алу шараларын дұрыс таңдалған тазарту әдісімен біріктіретін амин сапасын басқарудың интеграцияланған тәсілінің маңыздылығын атап өтті. Мақала инженер-технологтарға, пайдалану мамандарына және газ өңдеу және мұнай-химия саласындағы ғылыми қызметкерлерге арналған.

Кілтті сөздер: ыстыққа төзімді тұздар, метилдиэтаноламин, аминді тазарту, аминнің деградациясы, ион алмасу, коррозия.

*M. Z. Sapyshev

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar;
«PNHZ» LLP,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 21.09.25.

Received in revised form 026.09.25.

Accepted for publication 06.10.25.

ANALYSIS AND COMPARISON OF TECHNOLOGIES FOR REMOVING HEAT-RESISTANT SALTS FROM INDUSTRIAL SOLUTIONS OF METHYLDIETHANOLAMINE

This article presents a comprehensive analysis of the problem of accumulation and methods of removing heat-resistant salts from aqueous solutions of methyldiethanolamine, widely used in the processes of amine purification of natural and process gas. The main chemical mechanisms of formation of heat-resistant salts, including oxidative degradation of amine and its reactions with impurities of raw gas, are considered. The negative impact of salt accumulation on the operational characteristics of the plants has been analyzed in detail, including a decrease in the absorption capacity of the solution, increased corrosion of equipment, increased viscosity and a tendency to foaming.

The central part of the article is an in-depth comparison of three key industrial technologies for removing heat-resistant salts: ion exchange, electrodialysis, and vacuum distillation. The principles of operation, technological features, advantages and disadvantages are described for each method. A comparative technical and economic analysis was carried out, covering capital and operating costs, efficiency, environmental footprint and operational complexity. In conclusion, practical recommendations are given on choosing the optimal technology depending on the specific conditions, emphasizing the importance of an integrated approach to amine quality management that combines preventive measures with a well-chosen purification method. The article is intended for process engineers, operational specialists and researchers in the field of gas processing and petrochemistry.

Keywords: heat-resistant salts, methyldiethanolamine, amine purification, amine degradation, ion exchange, corrosion.

СЕКЦИЯ «БИОЛОГИЯ»

МРНТИ 34.37.21

<https://doi.org/10.48081/LSCV7069>

*О. А. Ермакова

Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар

ORCID: <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

*e-mail: o_ermakova70@mail.ru

РАЗЛИЧИЯ В ИНДЕКСАХ КЕТЛЕ, РОБИНСОНА ГОРОДСКИХ И СЕЛЬСКИХ ДЕТЕЙ: ДАННЫЕ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Современные исследования подчеркивают, что физическое развитие подрастающего поколения подвергается двойственному влиянию урбанизации. Городская среда предоставляет доступ к улучшенному питанию, включающему большее содержание жиров, быстрых углеводов и витаминов, к лучшему доступу к медицинскому обслуживанию, что способствует ускорению темпов роста и развития детей (Bogin, 2021). При этом урбанизация несет негативные факторы: ухудшение экологической обстановки, световое загрязнение и информационная перегрузка повышают уровень стресса, малоподвижный образ жизни приводит к гиподинамии. Противоречивые воздействия урбанизации приводят к парадоксальной ситуации – городские дети, демонстрируя более высокие антропометрические показатели, имеют сниженные параметры соматического здоровья по сравнению с сельскими сверстниками.

Исследование посвящено изучению влияния урбанизации на соматическое здоровье и физическое развитие детей в условиях городской (г. Павлодар) и сельской местности (с. Железинка). Проанализированы функциональные параметры (индекс Кетле, индекс Робинсона) детей 8–9, 11–12, 14–15 лет. Данные показывают, городские дети 8–9 лет имеют более высокие показатели, но к подростковому возрасту различия уменьшаются. Уровень соматического здоровья сельских школьников ниже, так как они

могут испытывать недостаток калорий и микроэлементов (железо, йод) при высокой естественной физической активности.

Ключевые слова: акселерация, индекс Кетле, индекс Робинсона, урбанизация, дети, подростки, физическое развитие.

Введение

Начиная с 30-х гг. прошлого столетия, с тех пор как в практику медицинского обследования детей были введены антропометрические измерения, ученые всех стран стали замечать, что от десятилетия к десятилетию рост детей увеличивается, а половое созревание наступает у них в более раннем возрасте. Ускорение темпа роста и развития организма детей и подростков по сравнению с темпом прошлых поколений получило название акселерации [1, с. 473].

Температура и световой режим оказывают влияние на гормональную регуляцию, в жарком климате половое созревание наступает раньше, в умеренных и северных широтах позднее. Но в последнее время разница темпов акселерации между климатическими зонами сокращается, что связано с повышением уровня медицины и глобализацией питания [2, с. 235].

Современные исследования раскрывают двойственное влияние урбанизации на развитие современного поколения. Ускоренное физическое развитие (акселерация) сильнее выражено у городских детей по сравнению с сельскими. Городская среда несет большую информационную нагрузку, ускоряя гормональное созревание. Широкий доступ к обогащенным и более калорийным продуктам приводит к более раннему достижению критической массы тела для наступления пубертатного периода. В сельской местности натуральное питание и экологически чистая среда снижают риски эндокринных сбоев. Естественная двигательная активность не способствует накоплению жировой массы, что может отсрочить пубертат [3, с. 148].

Но урбанизация несет в себе негативные факторы: малоподвижный образ жизни приводит к появлению гиподинамии в детском возрасте, ухудшение экологической обстановки и информационная перегрузка вызывают повышение уровня стресса [4, с. 14].

Противоречивые воздействия урбанизации приводят к парадоксальной ситуации городские дети, демонстрируя более высокие антропометрические показатели имеют сниженные параметры соматического здоровья по сравнению с сельскими сверстниками [3, с. 46].

Необходимо отметить последние десятилетия и отечественные, и зарубежные специалисты наблюдают глобальную тенденцию повсеместного замедления темпа акселерации [5, с. 123].

Обзор данных литературы свидетельствует о том, что наивысший пик акселерации отмечался в середине 70-х гг. прошлого столетия, затем (в 80-е гг.) наметилась отчетливая тенденция к стабилизации процесса ускорения роста и развития (стагнация) [6, с. 176].

Особую актуальность приобретает сравнительный анализ популяций, проживающих в городских и сельских условиях современного Казахстана, где процессы урбанизации носят свою специфику.

Исследования физического развития детей г. Павлодар и с. Железинка позволяют выявить существующие различия, понять механизмы влияния городской и сельской среды на процессы роста и развития в региональном аспекте.

В задачи исследования входило: определение величины некоторых физиологических показателей здоровья детей и подростков города и села, определение степени физического развития путем сравнения индивидуальных показателей со средними показателями физического развития для данного возраста.

Объектом исследования были выбраны дети города Павлодар и села Железинка в возрасте 8–9 лет, 11–12 лет, 14–15 лет.

Материалы и методы

Для определения соматического здоровья были взяты следующие индексы: весоростовой индекс (индекс Кетле), индекс Робинсона (или двойное произведение) [7, с. 43].

Весоростовой индекс Кетле (ВРИ) рассчитывали по формуле:

$$\text{ВРИ} = \text{вес (кг)} / [\text{рост (м)}]^2$$

Результаты интерпретировались по следующим нормам показанным в Таблице 1 [7, с. 44].

Таблица 1 – Шкала индекса массы тела

ВРИ менее 18,5	Дефицит массы тела
ВРИ от 18,5 до 24,9	Нормальная масса тела
ВРИ от 25 и более	Избыточная масса тела

Индекс Робинсона (двойное произведение, ДП) – показатель резерва сердечно-сосудистой системы, характеризует систолическую работу сердца.

$$\text{ДП} = \text{ЧСС} \times \text{АДс} / 100$$

где, АДс – систолическое артериальное давление

ЧСС – частота сердечных сокращений в покое

Оценка соматического здоровья школьников так же производилась по Г. Л. Апанасенко. Результаты интерпретировались по следующим нормам показанным в Таблице 2 [7, с. 49].

Таблица 2 – Бальная шкала оценки индекса Робинсона

пол	низкий	ниже среднего	средний	выше среднего	высокий
Мальчики	≤ 96	86 – 95	76 – 85	71 – 75	≥ 70
Девочки	≤ 96	86 – 95	76 – 85	71 – 75	≥ 70

При анализе данных, полученных в ходе эксперимента, были использованы методы статистической обработки, определение достоверности различий по критерию t – Стьюдента.

Результаты и обсуждение

Для оценки физического развития был взят весоростовой индекс Кетле (ВРИ), который позволяет выявить соответствие массы тела длине тела.

Мальчики в 8–9 лет, проживающие в г. Павлодар, выше в среднем на 2,5 см ($p < 0,05$) мальчиков с. Железинка. То же можно сказать и про девочек. Школьники, проживающие в г. Павлодар, имеют больший вес, нежели школьники, проживающие в с. Железинка в среднем на 1 кг (Таблица 3).

Таблица 3 – Весоростовые данные детей 8–9 лет

Группа исследуемых	мальчики		девочки	
	рост	вес	рост	вес
Школьники с. Железинка	$130 \pm 5,5$	$28 \pm 5,1$	$128,6 \pm 7$	$27,5 \pm 5$
Школьники г. Павлодар	$132,6 \pm 4$	$29 \pm 4,7$	134 ± 6	$28 \pm 4,4$

Оценка индекса Кетле показала, что мальчики в возрасте 8–9 лет, имеющие дефицит массы тела, в городе Павлодар составляют 82 % обследуемых. Тогда как в селе Железинка мальчики в том же возрасте имеют дефицит массы тела 78 % обследуемых. При этом с нормальной массой тела мальчиков в городской местности 18 %, а в сельской 22 % (Рисунок 1).

Картину соматического здоровья мальчиков в возрасте 11-12 лет несколько иная, чем в возрасте 8–9 лет. Школьники с. Железинка имеют более высокие морфофункциональные показатели, чем школьники

г. Павлодара. Мальчики, проживающие в с. Железинка имеют больший рост в среднем на 4 см ($p < 0,05$), чем мальчики, проживающие в городе Павлодар.

В г. Павлодар мальчики данного возраста с дефицитом массы тела составили 53,8%. В с. Железинка представители сильного пола этого возраста с недостатком веса составили 62,5 %. Нормальную массу тела имеют одиннадцати-, двенадцатилетние городские мальчики 38,5 %, тогда как сельские мальчики 12,5 % имеют нормальную массу тела. Избыточной массой тела чаще страдают мальчики, проживающие в селе, 25 %, нежели мальчики, проживающие в городе, 7,7 % (Рисунок 1).

При исследовании детей в возрасте 14–15 лет были получены следующие результаты: подростки г. Павлодар выше своих сверстников, проживающих в с. Железинка. Но в то же время по весовым показателям практически не отличаются (Таблица 4).

Таблица 4 – Весоростовые показатели подростков 14–15 лет

Группа исследуемых	мальчики		девочки	
	рост	вес	рост	вес
Школьники с. Железинка	$162,3 \pm 9,52$	$51,5 \pm 11$	$156,2 \pm 7,9$	$46,2 \pm 8,3$
Школьники г. Павлодар	$164,3 \pm 9,89$	$51 \pm 14,4$	$161,1 \pm 4,9$	$46,5 \pm 9,5$

Что касается ВРИ (отношение массы тела к росту), то относительно мальчиков можно сказать следующее; с нормальной массой тела юношей оказалось больше в селе, 67 %, нежели в городе, 31 %. Мальчики г. Павлодар и с. Железинка, имеющие дефицит массы тела 61 % и 33 % соответственно. Проявление избыточной массы тела преимущественно для городских мальчиков, 8 % (Рисунок 1).

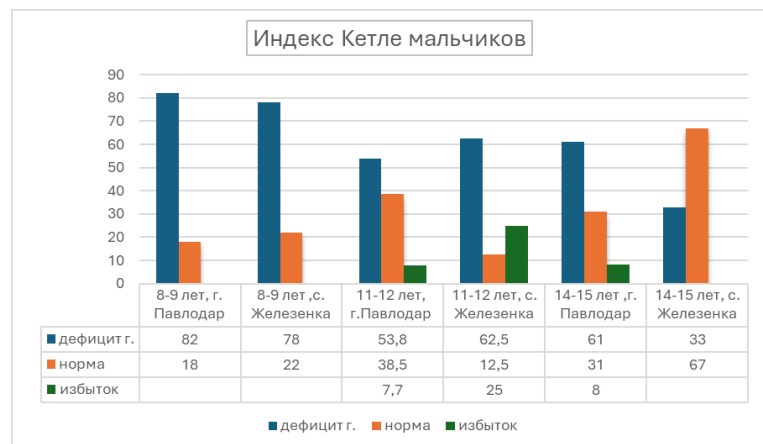


Рисунок 1 – весоростовой индекс Кетле, мальчики

Девочки 8–9 лет, проживающие в г. Павлодар, выше в среднем на 2,5 см своих сверстниц с. Железинка. Школьницы г. Павлодара имеют больший вес, нежели школьницы, проживающие в с. Железинка в среднем на 1 кг.

Девочки в возрасте 11–12 лет с. Железинка по весоростовым показателям так же опережают девочек г. Павлодар: в росте около 5 см ($p < 0,05$), по массе тела на 1 кг ($p < 0,05$).

Что касается ВРИ (отношение массы тела к росту) для девочек были получены следующие результаты (Рисунок 2):

- В г. Павлодар девочек с дефицитом массы тела среди исследуемых в возрасте 8–9 лет составило 100 %. В селе Железинка соответственно 90 % девочек с дефицитом массы тела.

- В возрасте 11–12 лет с дефицитом массы тела составляет 45,5 %, сельских – 70,5 %. Девочек с нормальной массой тела в г. Павлодар 54,5 %, в с. Железинка – 23,5 %. Проявление избыточной массы тела выявлено у девочек сельской местности в данном возрасте, 6 %.

- О девушка 14–15 лет можно сказать, что дефицитом массы тела страдают в большей степени в городской местности, 88 %, чем в сельской, 59 %. С нормальным весом девочек в селе Железинка 32 %, а в городе Павлодар – 6 % обследуемых. Избыточная масса тела наблюдалась у небольшого числа девочек обеих рассматриваемых зон, г. Павлодар – 6 %, с. Железинка – 9 % обследуемых девушек соответственно.

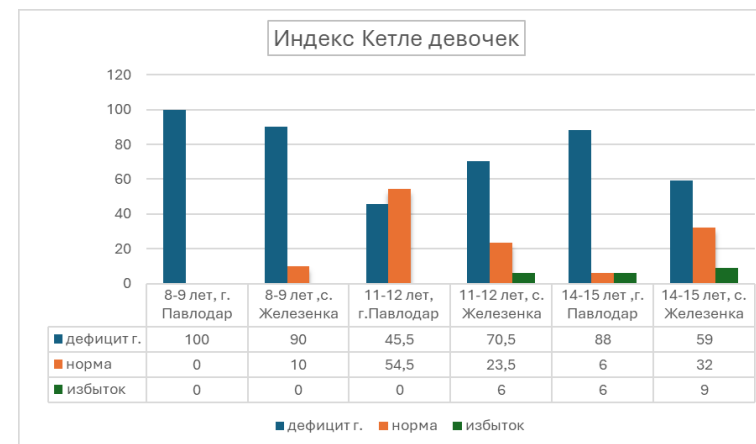


Рисунок 2 – весоростовой индекс Кетле, девочки

Один из важнейших показателей резерва сердечно-сосудистой системы «двойное произведение» (ДП) – индекс Робинсона, которое характеризует систолическую работу сердца. Чем ниже ДП в покое, тем выше максимальные аэробные возможности и, следовательно, уровень соматического здоровья индивида [8, с. 176].

Анализ данных проводимых исследований показал, что уровень соматического здоровья у детей не превышает оценки «средний» (Таблица 4).

Таблица 4 – Индекс Робинсона

Группа исследуемых	8–9 лет		11–12 лет		14–15 лет	
	мальчики	девочки	мальчики	девочки	мальчики	девочки
Школьники с. Железинка	105 ± 15,1 Низкий	106 ± 15,4 Низкий	90,5 ± 11,4 Ниже среднего	94 ± 12,2 Ниже среднего	93 ± 15,5 Ниже среднего	90 ± 16 Ниже среднего
Школьники г. Павлодар	77 ± 10,8 Средний	82 ± 11,5 Средний	95 ± 22,5 Ниже среднего	91 ± 20,5 Ниже среднего	100 ± 25 Низкий	94 ± 18 Ниже среднего

Девочки в обеих группах имеют лучшие показатели чем мальчики. Наибольший разрыв наблюдается в группе городских подростков 14–15 лет.

Дети возраста 8–9 лет, проживающие в городских условиях здоровее, сельских детей. К 14–15 годам индекс Робинсона стабильно «ниже среднего»

у сельских детей, городские демонстрируют ухудшение до «низкого» и «ниже среднего» у девочек.

Лучшие показатели 8–9-летних детей, проживающих в городе, могут объясняться медицинским наблюдением в раннем возрасте и сбалансированным питанием, тогда как сельские дети, употребляя натуральные продукты могут испытывать дефицит калорий при естественной нагрузке (хозяйственные работы, активные игры).

У городских подростков информационная перегрузка, световое загрязнение могут вызывать хронический стресс, как следствие повышение артериального давления и частоты сердечных сокращений. Стресс усугубляется подростковым возрастом, особенно у мальчиков.

Выводы

Полученные данные согласуются с глобальными исследованиями [3, сс. 287–321]. Позволяют выявить специфические региональные механизмы акселерации.

Контраст данных между промышленным Павлодаром и аграрной Железенкой повторяет динамику, описанную для Шанхая и сельского Сычуаня [9, с. 129].

Феномен «раннего рывка» в возрасте 8–9 лет у детей г. Павлодар создается гиперкалорийным питанием с высоким содержанием жиров и быстрых углеводов, в то же время дети с. Железенка могут испытывать недостаток калорий и микроэлементов (железо, йод) [10, с. 13].

У подростков 14–15 лет г. Павлодар, как и подростки других городов, проявляется «урабанизационный парадокс»; они испытывают метаболические нарушения, оксидативный стресс, цифровую социализацию с дефицитом реального общения [11, с. 349].

Особую ценность представляет перекрёстный эффект в возрастной группе 11–12 лет, который может стать потенциально новой точкой для международных сравнительных исследований.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Кучма, В. Р., Степанова, М. И. Гигиена детей и подростков: современные вызовы [Текст]. – М. : ГЭОТАР-Медиа, 2022. – 568 с.
- 2 Никитюк, Д. Б., Козлов, А. И. Секулярный тренд и акселерация развития детей в России в начале XXI века // Вопросы антропологии [Текст]. – 2023. – № 3(107). – С. 472–482.
- 3 Bogin, B. Patterns of Human Growth. – 3rd ed. [Text]. – Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 400 p.

4 Ямпольская, Ю. А. Антропометрические характеристики московских школьников в сравнении с сельскими сверстниками [Текст] // Вестник Московского университета. Серия 23: Антропология. – 2019. – № 3. – С. 148–159.

5 Година, Е. З., Хомякова, И. А. Физическое развитие городских и сельских школьников: современные тенденции [Текст] // Педиатрия. Журнал им. Г. Н. Сперанского. – 2020. – Том 99. – № 4. – С. 123–130.

6 Godina, E. Z., Khomyakova, I. A. Secular changes in growth and maturation: A 40-year comparison of Russian children [Text] // Journal : Annals of Human Biology, 2021. – Vol. 48, Issue 3. – P. 175–185.

7 Губа, В. П., Шасти́н, Н. А. Морфофункциональные особенности современных детей и подростков: монография [Текст]. – Москва : Спорт, 2022. – 267 с.

8 NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 [Text]. // Nature. – 2020. – Vol. 582. – P. 582–589.

9 Zhang, Y., Li, H., Wang, X., & Chen, L. (2022). Urbanization and child growth trajectories in China : A nationwide cohort study (2000–2020). // Journal of Developmental Pediatrics, 15(3). – P.112–130. – <https://doi.org/10.1016/j.jdp.2022.03.005>

10 ВОЗ. Европейское региональное бюро. Мониторинг здоровья детей в Казахстане: статистический обзор, 2023 / Всемирная организация здравоохранения. – Копенгаген : WHO Regional Office for Europe, 2023. – 28 с. – (Серия «Здоровье подростков»; вып. 15). – <https://apps.who.int/iris/handle/10665/364567>

11 Cole T. J., Mori H., Woolcott C. G. Child growth standards in the digital era: redefining percentiles and monitoring techniques [Text] // Pediatric Research. – 2024. – Vol. 95. – № 2. – P. 345–352.

REFERENCES

- 1 Kuchma, V. R., Stepanova, M. I. Gigena detej i podrozkov: sovremenny`e vy`zovy` [Child and adolescent hygiene: modern challenges] [Text]. – M. : GE`OTAR-Media, 2022. – 568 p.
- 2 Nikityuk D. B., Kozlov A. I. Sekulyarny`j trend i akseleraciya razvitiya detej v Rossii v nachale XXI veka [Secular trend and acceleration of children's development in Russia at the beginning of the 21st century] [Text]. // In Voprosy` antropologii. – 2023. – № 3(107). – P. 472–482.

3 **Bogin, B.** Patterns of Human Growth. – 3rd ed. [Text].– Cambridge: Cambridge University Press, 2021. – 400 p.

4 **Yampol'skaya, Yu. A.** Antropometricheskie karakteristiki moskovskikh shkol'nikov v sravnenii s sel'skimi sverstnikami [Anthropometric characteristics of Moscow schoolchildren in comparison with their rural peers] [Text]. // In Vestnik Moskovskogo universiteta. Seriya 23 : Antropologiya. – 2019. – № 3. – P. 148–159.

5 **Godina, E. Z., Xomyakova, I. A.** Fizicheskoe razvitie gorodskikh i sel'skikh shkol'nikov: sovremennyy'e tendencii [Physical development of urban and rural schoolchildren: modern trends] [Text]. // In Pediatriya. Zhurnal im. G. N. Speranskogo. – 2020. – Vol. 99. – № 4. – P. 123–130.

6 **Godina, E. Z., Khomyakova, I. A.** Secular changes in growth and maturation: A 40-year comparison of Russian children [Text]. // Journal : Annals of Human Biology, 2021. – Vol. 48. – Issue 3. – P. 175–185.

7 **Guba, V. P., Shastin, N. A.** Morfofunkcional'ny'e osobennosti sovremennyy'x detej i podrostkov: monografiya [Morphofunctional characteristics of modern children and adolescents : monograph] [Text]. – Moskva : Sport, 2022. – 267 p.

8 NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Height and body-mass index trajectories of school-aged children and adolescents from 1985 to 2019 [Text] // Nature. – 2020. – Vol. 582. – P. 582–589.

9 **Zhang, Y., Li, H., Wang, X., & Chen, L.** (2022). Urbanization and child growth trajectories in China : A nationwide cohort study (2000–2020). Journal of Developmental Pediatrics. – 2022. – 15(3). – P.112–130. – <https://doi.org/10.1016/j.jdp.2022.03.005>

10 VOZ. Evropejskoe regional'noe byuro. Monitoring zdorov'ya detej v Kazaxstane: statisticheskij obzor, 2023 / Vsemirnaya organizaciya zdravooxraneniya. [WHO. Regional Office for Europe. Monitoring child health in Kazakhstan: statistical review, 2023 / World Health Organization.] – Kopenhagen: WHO Regional Office for Europe, 2023. – 28 p. – (Seriya Zdorov'e podrostkov; vy'p. 15). – <https://apps.who.int/iris/handle/10665/364567>

11 **Cole, T. J., Mori, H., Woolcott, C. G.** Child growth standards in the digital era : redefining percentiles and monitoring techniques [Text]. // Pediatric Research. – 2024. – Vol. 95. – № 2. – P. 345–352.

Поступило в редакцию 22.06.25.

Поступило с исправлениями 01.07.25.

Принято в печать 06.10.25.

**О. А. Ермакова*

Торайғыров университеті,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

22.06.25 ж. баспаға түсті.

01.07.25 ж. түзетулерімен түсті.

06.10.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЛАЛЫҚ ЖӘНЕ АУЫЛДЫҚ БАЛАЛАРДЫҢ КЕТЛЕ, РОБИНСОН ИНДЕКСТЕРІНДЕГІ АЙЫРМАШЫЛЫҚТАР: СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ДЕРЕКТЕРІ

Қазіргі заманғы зерттеулер жас ұрпақтың физикалық дамуына урбанизация екі жақты әсер ететінін атап өтемі. Қалалық орта балалардың өсу қарқыны мен дамуын жеделдету үшін жылдам көмірсулар мен дәрумендердің көп мөлшерін қамтитын жақсартылған диетаға, медициналық көмекке жақсырақ қол жеткізуге мүмкіндік береді (Богин, 2021). Сонымен қатар, урбанизация жағымсыз факторларға әкеледі: экологиялық жағдайдың нашарлауы, жарықтың ластануы және ақпараттың шамадан тыс жүктелуі стресс деңгейін жоғарылатады, отырықшы өмір салты гиподинамияға әкеледі. Урбанизацияның қарама-қайшы әсерлері парадоксалды жағдайға әкеледі қалалық балалар, жоғары антропометриялық көрсеткіштерді көрсету соматикалық Денсаулық параметрлері ауылдық құрдастарымен салыстырғанда төмендеді.

Зерттеу урбанизацияның қалалық (Павлодар қ.) және ауылдық (Железинка ауылы) жағдайындағы балалардың соматикалық денсаулығы мен физикалық дамуына әсерін зерттеуге арналған. 8–9, 11–12, 14–15 жастағы балалардың функционалдық параметрлері (Кетле индексі, Робинсон индексі) талданды. Деректер 8–9 жас аралығындағы қалалық балалардың көрсеткіштері жоғары екенін көрсетеді, бірақ жасөспірім кезінде айырмашылықтар азаяды. Ауыл оқушыларының соматикалық денсаулық деңгейі төмен, өйткені олар табиғи физикалық белсенділігі жоғары калориялар мен микроэлементтердің (темір, йод) жетіспеушілігін сезінуі мүмкін

Кілтті сөздер: акселерация, Кетл индексі, Робинсон индексі, урбанизация, балалар, жасөспірімдер, физикалық даму.

*O. A. Ermakova

Toraighyrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 22.06.25.

Received in revised form 01.07.25.

Accepted for publication 06.10.25.

**DIFFERENCES IN THE QUETELET, ROBINSON
INDICES OF URBAN AND RURAL CHILDREN:
DATA FROM NORTHERN KAZAKHSTAN**

Modern studies emphasize that the physical development of the younger generation is subject to the dual influence of urbanization. The urban environment provides access to improved nutrition, including a higher content of fats, fast carbohydrates and vitamins, to better access to health care, which helps to accelerate the growth and development of children (Bogin, 2021). At the same time, urbanization brings negative factors: deterioration of the environmental situation, light pollution and information overload increase stress levels, a sedentary lifestyle leads to physical inactivity. The contradictory effects of urbanization lead to a paradoxical situation: urban children, demonstrating higher anthropometric indicators, have reduced somatic health parameters compared to their rural peers.

The study is devoted to the study of the impact of urbanization on the somatic health and physical development of children in urban (Pavlodar) and rural areas (Zhelezinka village). The functional parameters (Quetelet index, Robinson index) of children aged 8–9, 11–12, 14–15 were analyzed. The data show that urban children aged 8–9 have higher indicators, but by adolescence the differences are reduced. The level of somatic health of rural schoolchildren is lower, as they may experience a lack of calories and microelements (iron, iodine) with high natural physical activity.

Key words: acceleration, Quetelet index, Robinson index, urbanization, children, adolescents, physical development.

SRSTI 34.31.33

<https://doi.org/10.48081/LBCQ3431>***K. K. Seithanova¹, I. N. Anikina²,
K. S. Isayeva³, U. N. Tileubek⁴**^{1,2,3,4}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-9767-6510>²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9535-5909>³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6036-3183>*e-mail: kumiszhan79@gmail.com**GROWTH REGULATORS AND NANOPREPARATIONS
FOR SUSTAINABLE CROP PRODUCTION
IN NORTHERN KAZAKHSTAN (REVIEW)**

The article considers approaches of using growth regulators of different origin and their role in ecologization of crop production in Northern Kazakhstan. The study of possibilities to increase the sustainability of agricultural crop production in arid conditions of Northern Kazakhstan with sharp temperature changes during the growing season and high level of industrial soil pollution (especially in Pavlodar region) is extremely relevant. The review analyzes domestic and foreign studies on the use of growth regulators to increase plant resistance to stress factors of different nature, induction of protective properties of plants, acceleration of fruit ripening, increasing the content of valuable substances and, most importantly, increasing the yield characteristics of cultivated crops. Nanopreparations also have great prospects, which positively proved themselves in conditions of soil contamination with toxic metals, as well as in plant protection against phytopathogens. But despite the great advantages of using nanopreparations in agriculture, there are very few such studies in Kazakhstan.

At present, when environmental problems are increasing every year, the reduction of pesticide load on ecosystems through the use of bio- and nanopreparations to increase the overall nonspecific resistance of plants to adverse factors of biotic and abiotic nature is of particular importance.

The use of the possibility of ontogenesis management and yield increase under conditions of aggressive environmental factors is important for the development of techniques for modeling, programming and forecasting of agricultural plant yields. The study of best practices and implementation in the production of northern Kazakhstan will increase the sustainability of agriculture in the zones of risky farming and will contribute to improving the efficiency of agricultural production.

Key words: growth regulators, biopreparations, nanopreparations, yield, stability, stress factors, efficiency.

Introduction.

Management of growth and development of agricultural plants is an actual problem of agricultural science, it is connected with high theoretical and practical importance of this direction.

Under the action of growth regulators, directional changes occur, leading to an increase in the efficiency of nutrition, intensification of photosynthesis, metabolic processes, and cell regeneration [1; 2]. To date, a lot of data have been accumulated on the positive effect of growth regulators on the stimulation of plants' own immunity, i.e., in this case, they solve plant protection problems by inducing complex nonspecific resistance to diseases of bacterial, fungal, and viral origin [1; 2].

The relevance of the introduction of growth regulators in domestic crop production is associated with the adoption in 2013 of the concept of transition to a green economy in the Republic of Kazakhstan, in which it was noted that agriculture in Kazakhstan has a significant growth potential due to large land resources and the quality of agricultural products [3].

Growth regulators stimulate greater nutrient uptake while not being a feed, increase photosynthetic potential and net photosynthetic productivity, are harmless and available [4].

The literature shows that growth regulators, regardless of chemical composition, have a similar mechanism of action at the level of physiological reactions; they activate plant growth, increase biomass accumulation due to more active growth of leaf apparatus, and increase the content of trace elements [1].

Growth stimulants nowadays help to solve many problems of modern crop production and allow increasing the profitability of agricultural crops even in difficult unfavorable growing conditions, such as soil salinity, aridity, temperature variations, presence of toxic metals in soils, etc. [2]. Growth regulators are of great importance in relieving stress caused by pesticides [1].

Many scientists have shown that under stress conditions under the action of plant growth stimulators, energy redistribution for stress relief occurs and, as a result, nutritional functions are restored [5]. In addition, it is established that plant growth regulators have a positive effect on the formation of product quality. Numerous literature sources confirm the effectiveness of the stimulating effect of growth regulators on the rate of seed germination, growth, development and productivity of various plants [6].

The use of biopreparations is currently of great interest to the world community, this is primarily due to the growing environmental crisis in the world [7]. One of the most important advantages of using biopreparation in agricultural crop production is its safety. Thus, according to many researchers, biopreparations act as a biosafe alternative to chemical pesticides, and their widespread use will contribute to reducing the use of agrochemicals [8].

Recently, the decline in land fertility, high anthropogenic pressure on natural systems and climate change have been a big problem for agriculture [7].

The purpose of this review was to analyze the prospects for the use of growth regulators for the conditions of Northern Kazakhstan.

Materials and methods

The data was searched and reviewed in Kazakhstani scientific publications and in search databases such as Google scholar and the website of the American Chemical Society (pubs.acs.org) and the website is owned by Elsevier Publishing (www.sciencedirect.com) for the last 15 years.

Results and discussions

Effect of growth regulators on yield and product quality

Obtaining high yields and high quality of products are the main goals of agricultural crop production. According to many authors, North Kazakhstan is a zone of risky farming, climatic conditions are not always favorable for obtaining stable yields, which requires the need to use methods that could increase yields and plant resistance to different natural conditions [9].

In the studies of Shalygin A. A., Tedeev A. A., who studied the effect of growth regulators on yield and grain quality of winter wheat of three varieties and on leached fertile soil of the foothill zone showed that foliar treatment of crops with «Sapress» growth regulator at a dose of 0.3 l/ha provides an increase in net photosynthetic productivity of wheat by 0.64–0.69 t/ha, respectively, and the yield of wheat by 0.3 l/ha provides an increase in net photosynthetic productivity of wheat by 0.64–0.69 t/ha, respectively, and the yield of all the varieties studied increased by an average of 21 %, in addition, a positive effect on the quality of products and the weight of 1000 grains, and the content of gluten and protein [10].

Dzhemaledinova I. M. and Evseenko I. A. in studying the effectiveness of the use of growth stimulants «ECOSIL» and «Silk» in the cultivation of cereal-legume mixtures in the conditions of agrobiological station SKSU named after M. Kozybaev Northern Kazakhstan showed that the se treatments had a significant impact on both yield and quality of products. Seed treatment with ECOSIL preparation showed the highest efficiency [11]. At its application, according to the data of Jemaledinova I. M. and Evseenko I. A. drymatter yield was: in oat-pea mixture – 50.71 c/ha, which exceeds the control by 5.9 c/ha; in barley-pea mixture – 53.02 c/ha, which exceeds the control by 6.25c/ha; in wheat – pea mixture – 58.07 c/ha, which exceeds the control by 7.63 c/ha [12].

According to the studies of Tulkubaeva and Vasin, conducted in the conditions of Northern Kazakhstan, the yield of spring rapewhen using the preparation «Zirkon» increased by 3.5 c/ha, in addition, and oil yield in the variant with Zirkon exceeded the control by 1.5 c/ha [4].

Good results were obtained with the use of microbial preparations based on nitrogen-fixing bacteria. Dzhaparov R. Sh. and others in their studies conducted in the dry-steppe zone of West Kazakhstan region on the use of preparations based on associative nitrogen-fixing bacteria on spring wheat plantings found that the use of biopreparation increased productive stalk growth when using Flavobacterin by 17.7 pcs/m², Rizoagrin – 19.4 pcs/m² and Azorizin – by 17.5 pcs/m² and increased the yield of this crop. [11].

In the studies of Tlepov A.S., conducted in the West Kazakhstan ATU established a positive effect on increasing the yield of chickpea as a result of biopreparations «Rizotorfin» or «Flavobacterin». According to Tlepov A. S. chickpea grain yield as a result of mineral fertilizers and biopreparation increases by 22–51 %. On the background without nitrogen fertilizer (P30K30), the effect of application of «Rhizotorfin» is 35 %, «Flavobacterin» – slightly less – 28 % [12].

The advantage of using plant growth regulators of different origin has also been proved in numerous world studies [1].

Under the influence of potato planting treatments with preparations based on amino acids, the increase in productivity amounted to 20–30 %. In addition, these treatments affected the interphase period of plant development, which was reduced by 20 % and as a result, the vegetation period was reduced by 5–10 days on average [13].

In addition, the positive effect on potato yield of treatments with preparations based on traditional phytohormones, such as indole-3- butyric acid and gibberellic acid, as well as solutions of preparations of natural origin, such as yeast extract, garlic extract, and green tea extract, has been proved [14].

According to the data of Anikina I.N. and Isayeva K.S., obtained as a result of research conducted in Pavlodar region, it was found that the use of foliar treatment of potatoes in the phase of budding preparation based on black nightshade increases the average yield of potatoes up to 41.5 % [11]. At the same time, the number of tubers of food fraction increases by 47.6 %, seed fraction by 35.3 % [8].

As a result of using MERS, a Kazakhstani preparation based on plant substances, according to Usmanov S., an increase in the yield of spring soft wheat on rain-fed land was obtained – 3–3.5 cwt/ha, on irrigated raw cotton – 10–20 cwt/ha, potatoes and vegetable crops – 150–300 cwt/ha, fruit and vineyards – 100–150 cwt/ha, fodder crops – 100–150 cwt/ha, while the yield of marketable products increased by 14–18 %, dry matter by 12–22 %, and the content of vitamins, sugars, and nutrients by 8–10 %; reduced nitrates by 32–37 %; shortened crop ripening times by 10–12 days; prolonged photosynthesis by 5–12 days in drought conditions and biomass accumulation by 20–40 % [7].

Effect of growth regulators on plant defense functions

For successful intensification of agriculture, science faces the need to solve multifaceted tasks that are not limited to increasing gross yield [15].

In particular, alternative approaches for effective plant protection are needed to reduce the amount of chemical plant protection products. In this regard, aspects of the use of plant growth regulators with a versatile spectrum of action are of particular relevance.

It is proved that some preparations are effective immunomodulators, and some preparations have fungicidal action, their use together with chemical fungicidal preparations allows reducing the rate of consumption of the latter by 25–30 %, which will contribute to the ecologization of food production and increase profitability, since fungicides are much more expensive than most growth regulators [7].

In this regard, the requirements for the potential of growth regulators are currently increasing worldwide and there is an ever-increasing interest in the use of plant growth regulators with immunostimulatory effects [1].

Nowadays, the use of biologically active substances to increase plant adaptive properties and resistance to biotic and abiotic environmental factors is of particular importance. According to the studies of Poliksenova V. D., in plants, under the action of inducing agents, multiple defense responses arise, resulting in the creation of certain physical and chemical barriers that impede pathogen infection and development [15].

It is now becoming clear that the defensive response of plants to pathogens is regulated not by a single signaling cascade, but through a complex network

of different signaling pathways that are directed by different signaling molecules and interact with each other.

Microbial preparations are the most widespread among biopreparations both in the world and in Kazakhstan [11; 12]. Rhizosphere bacteria are most often used as a source of exotoxin proteins, as well as various types of antimicrobial substances [15]. The Vissey study demonstrated the ability of *Agrobacterium spp.*, *Enterobacter spp.*, *Azospirillum brasilense*, *Bradyrhizobium spp.* and *Rhizobium leguminosarum* to produce the hormonal substance indole-3-acetic acid (IAA), which triggers not only the mechanisms causing root growth stimulation, but also biocontrol [16].

Bacteria can closely interact with the host plant, thus can be effective biocontrol agents in sustainable agricultural production. Soil bacteria exhibit antifungal properties due to the production of various enzymes that are part of their lytic system and allow absorption of hyphae as nutrient substrate [15]. In the conditions of Kazakhstan, microbial biopreparations have also shown their effectiveness on various crops in enhancing growth processes and protection against phytopathogens [11; 12].

The widespread use of bacterial preparations in agricultural production is primarily due to the ability of bacteria to mobilize nutrient elements from hard-to-soluble complexes in the soil, so these preparations were long called bacterial fertilizers, later it was found that their potential is much wider. In addition to the fact that the ability of bacteria to produce hormonal substances has been established, they also act as sources of biofungicides. In this regard, their application not only increased plant growth and development indicators, but also enhanced plant resistance to both abiotic and biotic factors [15; 17].

Not only bacterial preparations, but also microbial preparations based on trout fungi, fungi of the genus *Fusarium*, symbiotrophic endophytic fungi, etc. act as resistance inducers. [15; 18].

Currently, there is also growing interest in biological products based on biologically active plant substances, the effectiveness of which has been repeatedly confirmed. Products based on plant raw materials are effective not only for increasing crop yields, but also as inducers of resistance to aggressive biotic and abiotic factors. One of the advantages of plant-based preparations is that plants contain a wide range of biologically active substances that have a beneficial effect on the plant organism in several ways at once. Plant-based preparations have long been successfully used in plant growing, but at this stage, they are not widely used in production. [4; 7]. Many publications have confirmed the immunomodulatory role of plant preparations [7; 8; 9].

Stimulation of the plants' own immunity (phytoimmunocorrection) allows plants to induce complex nonspecific resistance to many diseases of fungal, bacterial, and viral origin, as well as to other adverse environmental factors (drought, low- and high-temperature stresses) [1].

The use of nanoparticle-based preparations in plant cultivation

Nanotechnology has become a valuable tool in agriculture, as it enables the creation of sustainable plantations and precision farming [17].

One of the promising directions in the context of sustainable agriculture is the use of innovative nano-fertilizers. According to many researchers, the use of nano-fertilizers increases crop yields while significantly reducing environmental damage. When nano-fertilizers are used, the bioavailability of nutrients increases due to the high specific surface area of nanoparticles, their small size and high reactivity [17].

Due to the gradual release of nutrients into the soil when nanoparticle-based fertilizers are used, there is an increase in nutritional efficiency and reduction in fertilizer application compared to conventional fertilizers, which contributes to the reduction of soil contamination [17].

A study by Galdopórpora et al. (2021) showed that treating pearl millet seeds with zinc oxide nanoparticles at a concentration of 50 ppm significantly improved germination and viability, plant height, and the wet and dry weight of seedlings. In addition, seed treatment and leaf spraying reduced the incidence of downy mildew in millet by 35 % compared to the untreated control. The authors also found that nanoparticle treatment significantly increased the activity of peroxidase, phenylalanine ammonia-lyase, lipoxygenase, and polyphenol oxidase compared to the untreated control. As a result of the studies, it was concluded that treatment with ZnO nanoparticles not only stimulates plant growth but also induces systemic resistance of pearl millet against *S. graminicola* [17].

Good prospects are opened with the use of metal nanoparticles in the fight against abiotic stresses that negatively affect the development and yield of agricultural crops. Among abiotic factors a special place belongs to the problem of salinization. The lack of fresh water in the world is increasing every year and the use of salt water for irrigation in arid regions is not uncommon, while the soil is increasingly salinized and salts accumulate in the root zone, which causes suppression of plant growth. And solving this problem with nanoparticles seems very tempting [18].

Thus Wahid et al. 2020 described the results of studies confirming the beneficial effects of metal nanoparticles on tolerance to abiotic environmental factors. In these studies, it was shown that silver nanoparticles created with wheat extract helped to reduce the deleterious effects of salinity on wheat crop

by changing the concentration of «abscisic acid», ionic homeostasis and defense mechanisms including both enzymatic and non-enzymatic antioxidants [19].

Zaki et al. showed that application of silicon nanoparticles to lupin plants increased growth, yield and oil content. The authors found that adaptation to salt stress was due to an increase in photosynthetic pigments, osmolytes (proline, soluble sugars, free amino acids), antioxidant molecules (phenols and flavonoids), membrane stability index and antioxidant enzymes (catalase, superoxide dismutase, peroxidase and glutathione reductase) [18; 19].

A large number of studies prove the positive effect of nanoparticles on alleviating water stress for different crops [20]. Al-Selwey, et al. showed that exogenous application of ZnO NPs and SiO₂NPs significantly improved the growth performance of potato under water deficit conditions. Foliar application of ZnONPs (100 and 50 mg/L) and SiO₂ NPs (50 mg/l) of potato plants under water deficit conditions resulted in overcoming oxidative stress in potato plants by stimulating the increase in the activity of antioxidant enzymes such as superoxide dismutase, catalase, ascorbate peroxidase and polyphenol oxidase [20].

Conclusion

Thus, many researchers have confirmed that the introduction of growth regulators and nano-preparations in agriculture allows to solve the main problems of crop production at low cost: to increase yield and its quality, to protect plants from diseases, toxic pollutants and adverse weather and soil conditions and to reduce recommendations and fertilizers. It has been established that the effectiveness of growth regulators depends largely on soil-climatic and agro technical conditions. In addition, has obtained encouraging results of application of nano-preparations for solving various problems of crop production.

In this regard, the review analyzes the results of world and domestic research aimed at improving the efficiency of agricultural crop production in the conditions of Northern Kazakhstan. This direction is of great practical importance, in this regard, research on the use of growth regulators and nano-preparations should be continued. Wider introduction of them in the production of North Kazakhstan, will contribute to a more effective solution to the issues of increasing yields, quality of products, reducing the harmful effects of biotic and abiotic environmental factors.

REFERENCES

- 1 **Аникина, И. Ю.** Regulation of Potato Plant's Growth Functions / И. Ю. Аникина, В. М. Камкин, Ж. Уахитов, М. Жагипарова, У. Тлеубек, Г. Кажыбаева // *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. – 2023. – № 4(46). – С. 1189–1204.

- 2 **Барамысова, Г. Т.** Разработка новых отечественных фитогормонов на основе природного и синтетического сырья Казахстана / Г. Т. Барамысова, А. Ф. Артамонов, Б. Ж. Джиембаев, Г. С. Жуманова, А. А. Тлеубаева // *Химический журнал Казахстана*. – 2010. – № 4. – С. 166–174.

- 3 **Калимов, Н. Е.** Органическая продукция : учебное пособие / Н. Е. Калимов; Костанайский региональный университет им. Ахмета Байтурсынова. – Костанай, 2023. – 148 с.

- 4 **Тулкубаева, С. А.** Применение регуляторов роста при возделывании ярового рапса в Северном Казахстане / С. А. Тулкубаева, В. Г. Васин // *Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии*. – 2017. – № 2(38). – С. 55–61.

- 5 **Вакуленко, В. В.** Регуляторы роста растений повышают стрессоустойчивость культур / В. В. Вакуленко // *Защита и карантин растений*. – 2015. – № 2. – С. 13–15.

- 6 **Ещанова, Г. Ж.** Эффективность применения регуляторов роста при возделывании сортов арбуза на тёмно-каштановых почвах западного Казахстана / Г. Ж. Ещанова, Р. К. Байкасенов, Г. Ф. Ярцев // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2022. – № 2(94). – С. 51–55.

- 7 **Усманов, С.** Пять глобальных вызовов XXI века и предложения по их решению / С. Усманов // *Химический журнал Казахстана*. – 2018. – № 3. – С. 222–239.

- 8 **Anikina, I.** Use of the preparation based on *Solanum nigrum* as a potato yield stimulator / I. Anikina, K. Issayeva // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2023. – № 2(29). – С. 272–276.

- 9 **Джемалединова, И. М.** Природные стимуляторы роста – как фактор повышения продуктивности кормовых культур на севере Казахстана / И. М. Джемалединова, И. А. Евсеенко // *Вестник Северо-Казахстанского университета им. Манаша Козыбаева*. – 2015. – № 3(28). – С. 70–76.

- 10 **Шалыгина, А. А.** Влияние регуляторов роста на структуру урожая озимой пшеницы / А. А. Шалыгина, А. А. Тедеева // *Аграрная наука*. – 2021. – № 4. – С. 64–67.

- 11 **Джапаров, Р. Ш.** Применение химических и биологических приёмов в земледелии для повышения урожайности зерна яровой пшеницы в Приуралье Республики Казахстан / Р. Ш. Джапаров, Е. Н. Баймуханов, А. С. Тлепов // *Известия Оренбургского государственного аграрного университета*. – 2017. – № 4(66). – С. 60–65.

- 12 **Тлепов, А. С.** Продуктивность нута в зависимости от минеральных удобрений и биопрепаратов и изучение накопления азота в органах растения

методом изотопной индикации / А. С. Тлепов, Р. Ш. Джапаров, Е. Б. Ахметов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2018. – № 1(69). – С. 50–55.

13 **Murashev, S. V.** Potato plant growth acceleration and yield increase after treatment with an amino acid growth stimulant / S. V. Murashev, S. D. Kiru, V. G. Verzhuk, A. V. Pavlov // *Agronomy Research*. – 2020. – № 2(18). – P. 494–506. – <https://doi.org/10.15159/AR.20.036>.

14 **Dahshan, M. A.** Effect of some growth regulators and natural extracts on yield and quality of potato Minia / M. A. Dahshan, H. E. M. Zaki, Y. M. M. Moustafa, Y. T. Abdel-Mageed, M. A. M. Hassan // *J. of Agric. Res. & Develop.* – 2018. – № 2 (38). – P. 271–295.

15 **Поликсёнова, В. Д.** Индуцированная устойчивость растений к патогенам и абиотическим стрессовым факторам / В. Д. Поликсёнова // Вестник БГУ. – 2009. – № 1. – С. 48–60.

16 **Vessey, J. K.** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers / J. K. Vessey // *Plant and Soil*. – 2003. – № 225. – P. 571–586.

17 **Galdopórpóra, J. M.** A green synthesis method to tune the morphology of CuO and ZnO nanostructures / J. M. Galdopórpóra, S. Muncioy, F. Ibarra [et al.] // *Curr Nanosci.* – 2021. – № 19 (2). – P. 186–193.

18 **Zaki, S. A.** Trichoderma harzianum-Mediated ZnO Nanoparticles: A Green Tool for Controlling Soil-Borne Pathogens in Cotton / S. A. Zaki, S. A. Ouf, F. M. Albarakaty, M. M. Habeb, A. A. Aly, K. A. Abd-Elsalam // *J. Fungi*. – 2021. – № 7. – P. 952. – <https://doi.org/10.3390/jof7110952>.

19 **Wahid, I.** Silver nanoparticle regulates salt tolerance in wheat through changes in ABA concentration, ion homeostasis, and defense systems / I. Wahid, S. Kumari, R. Ahmad [et al.] // *Biomolecules*. – 2020. – № 10(11). – P. 1–19. – <https://doi.org/10.3390/biom10111506>.

20 **Al-Selwey, W. A.** Morphological and Biochemical Response of Potatoes to Exogenous Application of ZnO and SiO₂ Nanoparticles in a Water Deficit Environment / W. A. Al-Selwey, A. A. Alsadon, M. M. Alenazi [et al.] // *Horticulturae*. – 2023. – № 9(8). – P. 883. – <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080883>.

REFERENCES

1 **Anikina, I., Kamkin, V., Uakhitov, Zh., Zhagiparova, M., Tileubek, U., Kazhibayeva, G.** Regulation of Potato Plant's Growth Functions // *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*. – 2023. – № 4 (46). – P. 1189–1204.

2 **Baramysova, G. T., Artamonov, A. F., Dzhiembraev, B. Zh., Zhumanova, G. S., Tleubaeva A. A.** Razrabotka novykh otechestvennykh fitogormonov na osnove prirodnogo i sinteticheskogo syr'ya Kazakhstana [Development of new domestic phytohormones based on natural and synthetic raw materials of Kazakhstan] // *Khimicheskii zhurnal Kazakhstana*. – 2010. – № 4. – P. 166–174.

3 **Kalimov, N. E.** Organicheskaya produktsiya: Uchebnoe posobie [Organic products: Study guide] (Kostanayskiy regional'nyy universitet im. Akhmeta Baytursynova, Kostanay – 2023. – 148 p.

4 **Tul'kubaeva, S. A., Vasin, V. G.** Primenenie regul'yatorov rosta pri vozdeleyvanii yarovogo rapsa v Severnom Kazakhstane [Application of growth regulators in the cultivation of spring rape in Northern Kazakhstan] // *Vestnik Ul'yanovskoy gosudarstvennoy sel'skokhozyaystvennoy akademii*. – 2017. – № 2 (38). – P. 55–61.

5 **Vakulenko, V. V.** Regul'yatory rosta rasteniy povyshayut stressoustoychivost' kul'tur [Plant growth regulators increase crop stress resistance] // *Zashchita i karantin rasteniy*. – 2015. – № 2. – P. 13–15.

6 **Eshchanova, G. Zh., Baykasenov, R. K., Yartsev, G. F.** Effektivnost' primeneniya regul'yatorov rosta pri vozdeleyvanii sortov arbuza na temno-kashtanovykh pochvakh zapadnogo Kazakhstana [Efficiency of growth regulators application in the cultivation of watermelon varieties on dark chestnut soils of Western Kazakhstan] // *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. – 2022. – № 2(94). – P. 51–55.

7 **Usmanov, S.** Pyat' global'nykh vyzovov XXI veka i predlozheniya po ikh resheniyu [Five global challenges of the XXI century and proposals for their solution] // *Khimicheskii zhurnal Kazakhstana*. – 2018. – № 3. – P. 222–239.

8 **Anikina, I., Issayeva, K.** (2023). Use of the preparation based on Solanum nigrum as a potato yield stimulator // *Bulgarian Journal of Agricultural Science*. – 2023. – № 2(29). – P. 272–276.

9 **Dzhemal'edinova, I. M., Evseenko, I. A.** Prirodnye stimulyatory rosta – kak faktor povysheniya produktivnosti kormovykh kul'tur na severe Kazakhstana [Natural growth stimulants as a factor in increasing the productivity of fodder crops in Northern Kazakhstan] // *Vestnik Severo-Kazakhstanskogo universiteta im. Manasha Kozybaeva*. – 2015. – № 3(28). – P. 70–76.

10 **Shalygina, A. A., Tedeeva, A. A.** Vliyanie regul'yatorov rosta na strukturu uroznya ozimoy pshenitsy [Influence of growth regulators on the yield structure of winter wheat] // *Agrarnaya nauka*. – 2021. – № 4. – P. 64–67.

11 **Dzhaparov, R. Sh., Baymukanov, E. N., Tleпов, A. P.** Primenenie khimicheskikh i biologicheskikh priyomov v zemledelii dlya povysheniya urozhnaynosti zerna yarovoy pshenitsy v Priural'e Respubliki Kazakhstan

[Application of chemical and biological techniques in agriculture to increase the grain yield of spring wheat in the Ural region of the Republic of Kazakhstan] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – № 4(66). – P. 60–65.

12 **Tlepov, A. S., Dzhaparov, R. Sh., Akhmetov, E. B.** Produktivnost' nuta v zavisimosti ot mineral'nykh udobreniy i biopreparatov i izuchenie nakopleniya azota v organakh rasteniya metodom izotopnoy indikatsii [Chickpea productivity depending on mineral fertilizers and biological preparations and the study of nitrogen accumulation in plant organs using isotope indication] // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2018. – № 1(69). – P. 50–55.

13 **Murashev, S. V., Kiru, S. D., Verzhuk, V. G., Pavlov, A. V.** 2020 Potato plant growth acceleration and yield increase after treatment with an amino acid growth stimulant // Agronomy Research. – 2020. – № 2(18). – P. 494–506. – <https://doi.org/10.15159/AR.20.036>.

14 **Dahshan, M. A., Zaki, H. E.M., Moustafa, Y. M.M., Abdel-Mageed, Y. T., Hassan, M. A. M.** Effect of some growth regulators and natural extracts on yield and quality of potato Minia // J. of Agric. Res. & Develop. – 2018. – № 2(38). – P. 271–295.

15 **Poliksenova, V. D.** Inducirovannaya ustoychivost' rasteniy k patogenam i abioticheskim stressovym faktoram [Induced resistance of plants to pathogens and abiotic stress factors] // Vestnik BGU. – 2009. – № 1. – P. 48–60.

16 **Vissey, J. K.** Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers // Plant and Soil. – 2003. – № 225. – P. 571–586.

17 **Galdopórpora, J. M., Municoy, S, Ibarra, F, et al.** A green synthesis method to tune the morphology of CuO and ZnO nanostructures // Curr Nanosci. – 2021. – № 19(2). – P. 186–193.

18 **Zaki, S. A., Ouf, S. A., Albarakaty, F. M., Habeb, M. M., Aly, A. A., Abd-El salam, K. A.** Trichoderma harzianum-Mediated ZnO Nanoparticles : A Green Tool for Controlling Soil-Borne Pathogens in Cotton // J. Fungi. – 2021. – № 7. – P. 952. – <https://doi.org/10.3390/jof7110952>.

19 **Wahid, I, Kumari, S, Ahmad, R, et al.** Silver nanoparticle regulates salt tolerance in wheat through changes in ABA concentration, ion homeostasis, and defense systems // Biomolecules. – 2020. - № 10(11). – P. 1–19. – <https://doi.org/10.3390/biom10111506>.

20 **Al-Selwey, W. A., Alsadon, A. A., Alenazi, M. M., Tarroum, M., Ibrahim, A. A., Ahmad, A., Osman, M., Seleiman, M. F.** Morphological and Biochemical Response of Potatoes to Exogenous Application of ZnO and SiO₂

Nanoparticles in a Water Deficit Environment // Horticulturae. – 2023. – № 9(8). – P. 883. – <https://doi.org/10.3390/horticulturae9080883>.

Received 17.10.25.

Received in revised form 03.11.25.

Accepted for publication 13.11.25.

**К. К. Сейтханова¹, И. Н. Аникина²,*

К. С. Исаева³, У. Н. Тілеубек⁴

^{1,2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

17.10.25 ж. баспаға түсті.

03.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

13.11.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ТҰРАҚТЫ ӨСІМДІК ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҮШІН ӨСУ РЕТТЕГІШТЕРІ МЕН НАНОПРЕПАРАТТАР (ШОЛУ)

Мақалада шығу тегі әртүрлі өсу реттегіштерін пайдалану тәсілдері және олардың Солтүстік Қазақстанның өсімдік шаруашылығын экологияландырудағы рөлі қарастырылған. Солтүстік Қазақстанның құрғақ жағдайында ауыл шаруашылығы Өсімдік шаруашылығының тұрақтылығын арттыру мүмкіндіктерін вегетациялық кезеңдегі температураның оқыс өзгеруімен және топырақтың өндірістік қалдықтармен ластануын зерттеу (әсіресе Павлодар облысында) өте өзекті болып табылады. Шолуда өсімдіктердің әртүрлі сипаттағы стресс факторларына төзімділігін арттыру, өсімдіктердің қорғаныш қасиеттерін индукциялау, жемістердің пісуін жетілдету үшін өсу реттегіштерін пайдалану бойынша, бағалы заттардың құрамын арттыру және ең бастысы өсірілген дақылдардың өнімділік сипаттамаларын арттыру жайында отандық және шетелдік зерттеулер талданды.

Сонымен қатар топырақтың улы металдармен ластану жағдайларында, және өсімдіктерді фитопатогендерден қорғауда нанопрепараттардың ықпалы оң дәлелдеген және үлкен перспективаларға ие. Бірақ ауыл шаруашылығында нанопрепараттарды қолданудың үлкен артықшылықтарына қарамастан, ҚР-да мұндай зерттеулер өте аз. Бүгінгі таңда

экологиялық проблемалар жыл сайын артып жатқанда, биотикалық және абиотикалық сипаттағы қолайсыз факторларға өсімдіктердің жалпы спецификалық емес төзімділігін арттыру үшін био - және нанопрепараттарды пайдалану арқылы экожүйелерге пестицидтік жүктемені азайту тәсілдері ерекше маңызға иеленеді.

Ауылшаруашылық өсімдіктерінің өнімділігін модельдеу, бағдарламалау және болжау әдістерін әзірлеу үшін қоршаған ортаның агрессивті факторлары жағдайында онтогенезді реттеу және өнімділікті арттыру мүмкіндігін пайдалану өте маңызды маңызды. Озық тәжірибелерді зерделеу және Солтүстік Қазақстанның өндірісіне енгізу кепілсіз егіншілік аймақтарындағы ауыл шаруашылығының тұрақтылығын арттырады және ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттыруға ықпал ететін болады.

Кілтті сөздер: өсу реттегіштері, биологиялық заттар, нанопрепараттар, өнімділік, тұрақтылық, стресс факторлары, тиімділік.

*К. К. Сейтханова¹, И. Н. Аникина²,

К. С. Исаева³, У. Н. Тілеубек⁴

^{1,2,3,4}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 17.10.25.

Поступило с исправлениями 03.11.25.

Принято в печать 13.11.25.

РЕГУЛЯТОРЫ РОСТА И НАНОПРЕПАРАТЫ ДЛЯ УСТОЙЧИВОГО РАСТЕНИЕВОДСТВА В СЕВЕРНОМ КАЗАХСТАНЕ (ОБЗОР)

В статье рассматриваются подходы к использованию регуляторов роста различного происхождения и их роль в экологизации растениеводства в Северном Казахстане. Изучение возможностей повышения устойчивости растениеводства в засушливых условиях Северного Казахстана с резкими перепадами температур в течение вегетационного периода и высоким уровнем промышленного загрязнения почв (особенно в Павлодарской области) является чрезвычайно актуальным.

В обзоре анализируются отечественные и зарубежные исследования по использованию регуляторов роста для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам различной природы, ин В обзоре проанализированы отечественные и зарубежные исследования по применению регуляторов роста для повышения устойчивости растений к стрессовым факторам различной природы, индукции защитных свойств растений, ускорения созревания плодов, повышения содержания ценных веществ и, что наиболее важно, повышения урожайности выращиваемых культур. Большие перспективы имеют также нанопрепараты, которые хорошо зарекомендовали себя в условиях загрязнения почв токсичными металлами, а также в защите растений от фитопатогенов. Но, несмотря на большие преимущества использования нанопрепаратов в сельском хозяйстве, в Казахстане таких исследований очень мало.

В настоящее время, когда экологические проблемы с каждым годом усиливаются, особое значение имеет снижение пестицидной нагрузки на экосистемы за счет использования био- и нанопрепаратов для повышения общей неспецифической устойчивости растений к неблагоприятным факторам биотической и абиотической природы.

Использование возможности управления онтогенезом и повышения урожайности в условиях агрессивных факторов окружающей среды важно для развития методов моделирования, программирования и прогнозирования урожайности сельскохозяйственных растений. Изучение передового опыта и внедрение его в производство Северного Казахстана повысит устойчивость сельского хозяйства в зонах рискованного земледелия и будет способствовать повышению эффективности сельскохозяйственного производства.

Ключевые слова: регуляторы роста, биопрепараты, нанопрепараты, урожайность, устойчивость, стрессовые факторы, эффективность.

<https://doi.org/10.48081/ZOOG4326>**Р. М. Уалиева¹, *М. А. Чайзабекова², М. М. Каверина³**^{1,2,3}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3551-5007>²ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-0468-956X>³ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3838-7656>*e-mail: meruyert130797@gmail.com

ҚАЗАҚСТАННЫҢ СОЛТҮСТІК-ШЫҒЫСЫНДАҒЫ ЖАЗДЫҚ БИДАЙ ФИТОПАТОГЕНДЕРІНІҢ МАУСЫМДЫҚ ЖӘНЕ КӨПЖЫЛДЫҚ ДИНАМИКАСЫ

Бұл мақалада Қазақстанның солтүстік-шығысында жаздық бидай егістерінде кездесетін фитопатогендердің маусымдық және көпжылдық даму ерекшеліктері қарастырылған. Зерттеу жұмыстары Павлодар облысының әртүрлі табиғи-климаттық аймақтарында 2023–2025 жылдары жүргізілді. Зерттеу барысында бидай дақылдарының фитопатологиялық жағдайына әсер ететін негізгі факторлар анықталып, фитопатогендердің таралуы мен даму қарқындылығының климаттық жағдайлармен байланысы айқындалды.

Фитопатологиялық мониторинг нәтижелері бойынша негізгі фитопатогендер ретінде *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*, *Septoria* және *Rhizinia* туыстарына жататын саңырауқұлақтар тіркелді. Аталған патогендердің таралуы мен зақымдану деңгейі ауа температурасы, жауын-шашын мөлшері және топырақ ылғалдылығы сияқты гидротермиялық факторларға тікелей тәуелді екені анықталды.

Зерттеу нәтижелері жаздық бидай егістерінің фитосанитарлық тұрақтылығын арттыру үшін агротехникалық шараларды оңтайландырудың маңыздылығын көрсетті. Сонымен қатар, фитопатогендердің динамикасын тұрақты бақылау мен дер кезінде алдын алу шараларын жүргізу өнім сапасы мен көлемін сақтаудың негізгі тетігі болып табылатыны дәлелденді.

Кілтті сөздер: жаздық бидай, фитопатогендер, тамыр шірігі, септориоз, қоңыр тат, альтернариоз, Павлодар облысы, агроценоз

Kіріспе

Бидай – Қазақстан Республикасының аумағында өсірілетін негізгі азық-түлік дақылдарының бірі болып табылады [1]. Бұл дақылды өсіру барысында жергілікті астық өндірушілер бірқатар мәселелерге тап болады, олардың қатарында қолайсыз топырақ-климат жағдайлары, сонымен қатар егістіктерге қауіп төндіріп, өнімнің азаюына және сапасының төмендеуіне әкелетін зиянды организмдер кешені бар.

Өсімдікпен қоректенетін жәндіктер – фитофагтар және өсімдік ауруларының қоздырғыштары агроэкожүйелердің ажырамас бөлігі болып табылады. Фитофагтар мен фитопатогендердің жоғары саны ауыл шаруашылығы өнімдерінің сапасы мен өнімділігін төмендетеді. Өлемде жыл сайын зиянкестер мен өсімдік аурулары салдарынан азық-түлік дақылдарының әлеуетті өнімі 25 %-дан астам жоғалады [2; 3]. Мысалы, зиянкестердің жаппай көбею жылдары жаздық бидайдың өнімділігі 23,2 %-ға дейін төмендейді, ал эпифитотия жылдары аурулардан 40,0–60,0 %-ға дейін жоғалулар байқалады [4; 5]. Сондай-ақ жаздық бидай тұқымдарының фитосанитарлық бақылауының жеткіліксіздігі олардың сапасына кері әсер етеді.

Жаздық бидай өнімінің деструктивті биотадан келетін шығындарының алдын алу үшін агробиоценоздардағы фитосанитарлық жағдайдың қалыптасу заңдылықтары жөніндегі ақпаратты үнемі жаңартып отыру қажет. Осы мәліметтер негізінде қорғау шаралары жоспарланып, ұйымдастырылады. Атап айтқанда, бидай агроценоздарындағы жәндіктердің түрлік құрамы, олардың бір биотоптан екіншісіне көшуі, өзара және өсімдікпен әрекеттесуі туралы жеткілікті деректер болуы тиіс.

Фитосанитарлық жағдайды бағалау мақсатында жаздық бидай егістеріне зерттеу жұмыстары Қазақстанның солтүстік-шығысында (Павлодар облысының мысалында) жүргізілді, себебі бұл өңір республикадағы осы дақылдың негізгі астық өндіретін аймақтарының бірі болып табылады.

Материалдар мен әдістері

Қазақстанның солтүстік-шығысындағы жаздық бидайдың деструктивті биотасын (фитофагтар мен фитопатогендерді) мониторингтеу Павлодар облысының үлгілі шаруашылықтарында жүргізілді. Фитосанитарлық мониторинг мақсатында облыстың әртүрлі бөліктерінде орналасқан негізгі бидай егілетін аудандар (Щербакты, Успен, Железин, Терекөл, Ертіс, Ақтоғай) таңдалып алынды. Бұл аудандар климаттық жағдайлары, өсімдік жамылғысы және геологиялық құрылысы бойынша ерекшеленеді, сондықтан олардың топырақ жамылғысының әртүрлілігі де соған сәйкес келеді.

Аэрогенді немесе жапырақ-сабақ инфекцияларымен зақымдануды есепке алу үшін әрбір 25–50 қадам сайын 10 үлгіден алынды, әр үлгіде 10 сабақ (жапырақ) болды. Егер ауру біркелкі таралған жағдайда болса, үлгілер алқаптың кез келген жағынан үшбұрыш немесе төртбұрыш сызбасымен алынды – алқап шетінен 25–50 м шегініп, егістік ішіне 200–300 м тереңдікке дейін кіріп, ал ауру ошақты түрде таралған болса, үлгілер шахматтық тәртіппен немесе алқап диагоналі бойынша алынды [6].

Жаздық бидайдың фитопатогендермен зақымдануын есепке алу ГОСТ 12044-93 «Аурулармен зақымдану дәрежесін анықтау әдістері» стандарты бойынша жүргізілді [7].

Фитопатологиялық бағалау екі негізгі көрсеткіш бойынша анықталды: аурудың таралымы және аурудың даму қарқындылығы.

Аурудың таралу деңгейі келесі формула бойынша есептелді [8]:

$$P = \frac{n}{N} \times 100,$$

мұндағы n – сынамалардағы зақымданған өсімдіктердің (немесе мүшелердің) саны, дана;

N – сынамалардағы жалпы өсімдіктер саны (ауру және сау өсімдіктердің жиынтығы), дана.

Аурудың даму деңгейі (R) келесі формула бойынша есептелді [8]:

$$R = \frac{\sum(nb)}{\sum n},$$

мұндағы $\sum(nb)$ – зақымданған өсімдіктер санының олардың сәйкес зақымдану дәрежесіне көбейтінділерінің қосындысы;

$\sum n$ – сынамалардағы зақымданған өсімдіктердің немесе бірдей зақымданған мүшелердің жалпы саны, дана.

Зақымдану дәрежесін бағалау үшін шартты бағалау шкалалары қолданылды [8; 9].

Аурудың даму қарқындылығы пайызбен көрсетілді. Баллдық бағалауды пайыздық көрсеткішке ауыстыру үшін келесі формула пайдаланылды [9]:

$$R = \left[\frac{\sum(nb)}{A} \times \sum n \right] \times 100,$$

мұндағы $\sum(nb)$ – зақымданған өсімдіктер санының аурудың даму баллына көбейтінділерінің қосындысы;

$\sum n$ – сынамалардағы зақымданған өсімдіктердің немесе бірдей зақымданған мүшелердің жалпы саны, дана;

A – бағалау шкаласындағы ең жоғарғы балл.

Зертханалық зерттеулер жалпы қабылданған ГОСТ талаптарына және төмендегі әдістерге сәйкес жүргізілді: агроценоздардың жағдайы мен дақылдың өнімділігі өсімдіктің фенологиялық даму фазалары бойынша анықталды; тұқымның натурасы – ГОСТ ПО42-80 стандарты бойынша; өнім шығымы стандартты (14 %) ылғалдылық пен 100 % тазалыққа келтіріліп есептелді; өнім құрылымы өсімдіктердің жеке талдау әдісі арқылы сноп үлгілерінде бағаланды [9]. Өсімдік сынамалары есепке алу күндері алынып, «Торайғыров университеті» КЕАҚ Биологиялық зерттеулер зертханасының тиісті жабдықтарында талданды. Өсімдіктердің жер үсті бөлігінің және тамыр жүйесінің массасы аналитикалық таразыларда өлшеу арқылы анықталды. Алынған деректердің математикалық өңдеуі Б. А. Доспехов әдістемесі бойынша жүргізілді [10]. Эксперименттік деректердің дисперсиялық және корреляциялық талдауы IBMPC дербес компьютерінде Excel бағдарламасы арқылы орындалды.

Нәтижелер және талқылау

2023–2025 жылдар аралығындағы өсу кезеңіндегі ауа райы жағдайлары Қазақстанның солтүстік-шығысында жаздық бидайдың фитопатогендері мен микобиота тудырған ауруларының дамуы үшін қолайлы болды.

Зерттеу аймағында жүргізілген мониторинг нәтижесінде фузариозды тамыр шірігі анықталды. Оның қоздырғыштары – *Fusarium туысына жататын саңырауқұлақ түрлері* (*F. culmorum*, *F. avenaceum*, *F. graminearum*, *F. oxysporum* және басқалар). Зерттеу жылдарында жаздық бидайдың вегетациясы барысында жұқтыру ауа-тамшылы жолмен таралатын конидиялар арқылы жүзеге асты. Тамыр шірігі өсімдіктің барлық даму фазаларында байқалды: толық көктеу фазасынан (шамамен 1 %) бастап дәннің толық пісуіне дейін (30 %-ға дейін). Аурудың дамуы құрғақ және жылы ауа райында, ылғалдың жеткіліксіз кезінде күшейді, ал фитофагтардың механикалық зақымдары аурудың таралуына ықпал етті.

Гельминтоспориозды тамыр шірігінің қоздырғышы *Bipolaris sorokiniana* зерттеу барысында анықталған фитопатогендердің ішінде басым түр болып шықты. Ауру бидайдың көктеулері мен өскіндерінде байқалып, колеоптильдің қоңырлануымен, жапырақтардың сарғаюы мен деформациясымен, өсімдіктің жалпы әлсіреуімен сипатталды. Вегетацияның

кеш фазаларында бұл патогенмен зақымданған өсімдіктердің бастапқы және екінші реттік тамырларында, түптену буынында және сабақтың топыраққа жақын бөлігінде шіру, қоңырлану және қараю белгілері байқалды. Гельминтоспориозды тамыр шірігі жаздық бидайдың барлық өсу фазаларында тіркеліп, 5 %-дан 40 %-ға дейінгі аралықта өзгеріп отырды. *Bipolaris sorokiniana* вегетацияның соңғы кезеңдерінде қоңыр дақ ауруының (түнжыраған бур дақтардың хлорозбен қоршалуы) дамуына себеп болды. Аталған ауру кезінде зақымданған өсімдіктердің 12 %-ында сабақ пен жапырақтар қоңырланып, солып қалды; 8 %-ында-ақ масақтылық байқалды; тағы 8 %-ында бұл патоген бидайдың «қара ұрық» ауруының қоздырғышы ретінде тіркелді. Солтүстік-шығыс Қазақстан жағдайында фитопатогеннің дамуы мен таралуының басты себептері – ұзаққа созылған құрғақшылық пен ауа температурасының қоздырғышқа қолайлы диапазоны (22–26 °C). Сондай-ақ патогеннің таралуының жоғарылауы қалың себілген, терең егілген және арамшөптермен ластанған егістерде байқалды, өйткені олар патоген инфекциясының табиғи резервуары болып табылады.

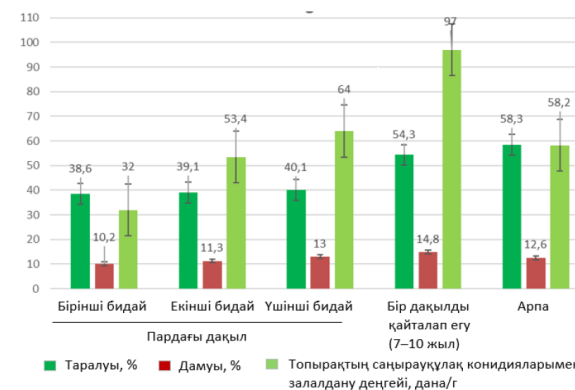
Зерттеу нәтижесінде анықталғандай, жаздық бидайды таза пардан кейін қайталап себу кезінде *B. sorokiniana* қоздырғышымен зақымданған өсімдіктердің үлесі айтарлықтай артпағанымен, топырақтағы осы патогеннің спораларының мөлшері 1,5–2 есе көбейген.

Жаздық бидайдың бірінші дақылы бойынша үш жылдық орташа көрсеткіштерде тамыр шірігінің таралуы 38,6 %, ал даму қарқындылығы 10,2 % болды; ал бір дақыл жүйесінде (қайталама егісте) бұл көрсеткіштер тиісінше 54,3 % және 14,8 % құрады. Топырақтың *B. sorokiniana* конидияларымен зақымдану деңгейі севообороттағы алғы дақылға байланысты 1 грамм топырақта 32-ден 64-ке дейін өзгеріп отырды, ал жаздық бидай 10 жылдан астам уақыт бойы бір жерге егілген жағдайда – 1 грамм топырақта 97 данаға дейін жеткен (1-сурет). Жекелеген жылдары зерттелген аудандар бойынша бұл аурудың даму қарқыны парлық алғы дақылдарда екінші және үшінші дақылдармен салыстырғанда жоғары болған. Бұл құбылыс екі факторға байланысты деп түсіндіріледі: біріншіден, пар ретінде пайдаланылған егіс алқабы осы ауру қоздырғышына сезімтал дақылдан кейін (мысалы, арпадан кейін) бөлінген; екіншіден, далалық аймақтарда пар жерге егілген бидай мен патогеннің өсуіне және дамуына бірдей қолайлы жағдайлар қалыптасқан.

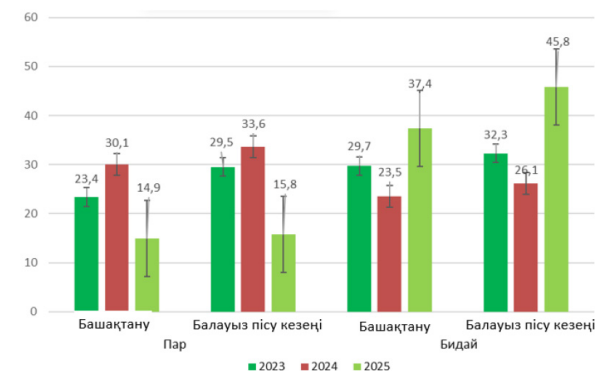
Астық-парлық ауыспалы егіс жүйесінде зерттеу жылдары мен климаттық жағдайларға байланысты жаздық бидайдың тамыр шірігімен зақымдануы дәннің масақтану және балауыз пісу кезеңдерінде таза

пар алғы дақылында 14,9–33,6 %, ал жаздық бидайдан кейінгі егісте 23,5–45,8 % аралығында өзгерді (2-сурет).

Осылайша, ең қолайлы фитосанитарлық жағдайлар жасыл тыңайтқышты, дәнді-отамалы және дәнді-бұршақты ауыспалы егіс жүйелерінде байқалды. Фитосанитарлық тұрғыдан жаздық бидай үшін ең тиімді алғы дақыл – жасымық, ал ең тиімсізі – арпа болды.



1-сурет – Алғы дақылдардың бидай агроценоздарының тамыр шірігімен зақымдануына әсері



2-сурет – Дәнді-парлық ауыспалы егіс жүйесінде жаздық бидайдың тамыр шірігінің таралуы

Alternaria туысына жататын фитопатогендер тұқымдық материалға жүргізілген фитоэкспертиза нәтижесінде басым түрлер ретінде анықталды (2-кесте, 13-сурет). Тұқымдық материалдың фитопатологиялық сараптамасы кезінде бұл қоздырғыш дерлік барлық сынамада тіркелді. Егер тұқым себу алдында фунгицидтермен өңделсе, онда *Alternaria spp.* агроценоздарда аз мөлшерде (2–5 %) ғана анықталды. Ал егер химиялық өңдеу жүргізілмесе, зақымдану деңгейі 80 %-ға дейін жетіп, аурудың таралуы 40 %-ға дейін болды. Вегетация кезеңінде бұл патоген бидайдың масақтану фазасынан бастап дамып, дәнге әсер етеді және қара ұрық симптомдарын тудырады. *Alternaria spp.* саңырауқұлақтары тұқым ішіне еніп, мицелий негізінен дәннің жеміс қабығында анықталып, сирек жағдайда эндоспермге дейін жеткен. Аурудың көзге көрінетін белгілері – масақ қабыршақтарында қара-қоңыр дақтардың пайда болуы. Зерттеу жылдарында альтернариоздың дамуына жоғары температура мен ауа ылғалдылығының мол болуы (әсіресе гүлдеу және дәннің сүтті пісу кезеңдерінде) айтарлықтай ықпал етті [11; 12; 13].

Septoria nodorum саңырауқұлағы тудырған септориоз ауруы мониторинг барысында барлық зерттелген аудандарда кеңінен таралғаны анықталды. Бұл фитопатогеннің зақымдау спектрі өте кең: ол бидайдың барлық жерүсті мүшелерін – жапырақтарды, сабақтарды, масақ өзегін, масақ қабыршақтарын және дәнді зақымдайды. Аурудың таралуы өсімдіктің толық көктеу – түптену фазасынан басталады. Сырттай септориоз жапырақтарда немесе сабақтарда сарғыш-қоңыр немесе ашық беж түсті дақтар түрінде көрінеді, олардың айналасында кейде хлороз жолағы байқалады. Аурудың айқын морфологиялық белгісі – дақ бетінде ұсақ қара пикнидалардың болуы. Бұл фитопатогеннің дамуына және таралуына әсер ететін негізгі факторлар: вегетация кезеңінде жылы әрі жауын-шашынды ауа райы, азот тыңайтқыштарының шамадан тыс мөлшері, сондай-ақ өсімді реттегіштері мен гербицидтердің артық қолданылуы. Септориоздың таралуы көбінесе Железин және Тереңкөл аудандарында байқалды, өйткені бұл өңірлердің агроклиматтық жағдайлары саңырауқұлақтың дамуына қолайлы болды.

2023–2025 жылдары Қазақстанның солтүстік-шығысында жүргізілген зерттеулер нәтижесінде септориоздың даму деңгейі көбіне алғы дақылға байланысты екені анықталды. Аурудың дамуы стернялы фон жағдайында қарқынды жүрді, себебі онда инфекцияның қоздырғышы ұзақ сақталады.

Ылғалды ауа райы жағдайында вегетацияның бірінші жартысында жаздық бидайдың ерте егілген және биік өскінді егістері алдымен *Septoria nodorum* патогенімен зақымданды, содан кейін орта және кеш мерзімде егілген егістерде ауру қарқынды дамып, зияндылығы күшейді. Көбіне

септориоз ауруы масақтану фазасында айқын байқалады және ол ерте және орта мерзімді егістерде төмен өсімді бидайларда қарқынды дамиды.

Септориоздың ең күшті дамуы ауа температурасы 14–17 °C, жауын-шашын мөлшері 17 мм болғанда және бұл жағдай сабағы шығу – дәннің толысу фазаларына сәйкес келген кезде тіркелді.

Зарарлану *Septoria nodorum* инфекциясының дамуы үшін тамшы түріндегі ылғал кемінде 8 сағат бойы сақталуы және ауа температурасының 20–22 °C аралығында болуы қажет. Сонымен қатар бірнеше күн бойы ауа ылғалдылығының жоғары болуы патогеннің дамуына ықпал етті.

Ustilago tritici (Pers.) Yensen саңырауқұлағы тудырған тозаңды қара күйе (пыльная головня) ауруы зерттеу аймағындағы барлық өңірлерде анықталды, бірақ ол тек фунгицидпен өңделмеген тұқымдар егілген және вегетация кезінде бақыланған агроценоздарда ғана байқалды. Патогеннің телиоспораларының белсенді таралуы гүлдену кезеңінде тіркелді. Аурудың таралу жиілігі небәрі 5 % деңгейінде болды және ол негізінен өсімдіктің төменгі бөлігінде байқалды.

Үш жылдық зерттеулер Қазақстанның солтүстік-шығысында қоңыр тат (*Puccinia recondita*) және ұнтақты шық (*Blumeria graminis*) ауруларының қоздырғыштары негізінен күздік бидайдың өскіндерінде қыстайтынын көрсетті. Осы жерде патогендер ертерек дамып, кейіннен жақын маңдағы жаздық бидай егістеріне таралады.

Аталған аурулардың таралуына алғы дақылдардың айтарлықтай әсері байқалмады. Бірақ облигатты паразиттер ретінде бұл фитопатогендер пардан кейінгі жаздық бидай егістерінде азот мөлшерінің көп болуы және топырақтағы ылғалдың жақсы жиналуына байланысты белсендірек дамиды.

Сондай-ақ, Қазақстанның солтүстік-шығыс далалық аймағында жүргізілген зерттеулер көрсеткендей, жаздық бидай ауруларының аэрогенді инфекция арқылы таралуы тұқым себу мерзімінен гөрі вегетация кезеңіндегі климаттық жағдайларға көбірек тәуелді.

2025 жылы жаздың бірінші жартысы қатты құрғақ болды, мұндай жағдайда жапырақ тат ауруы кеш тарады – шілде айының соңы мен тамыздың басында ғана байқалды. Ерте егілген бидай дақылдары бұл уақытта дәннің сүтті-балауыз және балауыз пісу фазасында болғандықтан, ауруға айтарлықтай ұшырамады. Ауру тек кеш мерзімде егілген егістерде байқалды. Мысалы, Омская 35 сорты таза пардан кейін 26 мамырда егілгенде ауру деңгейі 9,2 %, ал 6 маусымдағы егісте – 13 % болды; Уралсібірская сорты бойынша бұл көрсеткіш тиісінше 13,5 % және 8,5 % деңгейінде тіркелді.

Осылайша, жапырақ тат ауруы вегетация кезеңінің алғашқы жартысы құрғақ, ал екінші жартысы ылғалды болған жағдайда дәннің толысу фазасында дамып, вегетацияның соңғы кезеңдерінде күштірек байқалады.

Жұптық корреляциялық талдау әдісін қолдану арқылы аурулардың таралуы мен дамуының климаттық жағдайларға тәуелділігі анықталды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, жапырақ және сабақ инфекцияларының таралуы мен дамуы жаздық бидайдың вегетация кезеңіндегі гидротермиялық жағдайларға тікелей байланысты.

Егер гидротермиялық коэффициент маусым айында және шілденің алғашқы екі онкүндігінде 1,2-ден жоғары болса, қоңыр тат ауруының даму және таралу ықтималдығы 70 %-ға дейін жетеді. Ал септориоз ауруы керісінше, гидротермиялық коэффициенттің жоғарылауына теріс әсер етіп, температураның көтерілуіне оң әсер білдірді.

Үш жылдық бақылаулар көрсеткендей, жаздық бидай егістері кей жылдары септориозбен және қоңыр татпен қатар зақымданады, бірақ олардың бірінің басымдылығы вегетациялық маусымның ауа райы жағдайларына байланысты өзгеріп отырады. Ылғалды әрі салқын жаз айларында септориоз басым болса, ал жылы кезеңдерде қоңыр тат ауруы күштірек дамиды. Зерттеу нәтижелері бойынша вегетациялық кезеңнің климаттық жағдайларына тәуелді септориоз және қоңыр тат ауруларының үш жылдық таралу динамикасының корреляциялық коэффициенттері есептелді (1-кесте).

1-кесте – Септориоз бен қоңыр тат ауруларының үш жылдық таралу динамикасының вегетациялық кезеңдегі ауа райы жағдайларына тәуелді корреляциялық коэффициенттері

Ай	Жауын-шашынның жиынтық мөлшері, мм	Жауын-шашынның жиынтық мөлшері, мм	1 мм-ден артық жауын-шашын түскен күндер саны	Ауаның салыстырмалы ылғалдылығы, %	Ауаның қанығу дефициті, мбар	Ауаның ылғалдылығы 30 %-дан жоғары болған күндер саны
Қоңыр тат (қоздырғышы <i>Puccinia recondita</i>)						
Маусым	–0,08	0,88	0,13	0,22	–	–
Шілде	–0,26	0,83	0,55	0,52	–0,10	–0,52
Тамыз	–0,12	0,92	0,23	0,42	–0,37	–0,43
Септориоз (қоздырғыш <i>Septoria nodorum</i>)						
Маусым	–0,12	0,28	0,08	0,34	–0,03	–

Шілде	–0,25	0,55	0,74	0,74	–0,52	–0,75
Тамыз	–0,14	0,03	0,10	0,41	–0,30	–0,25

Қазақстанның солтүстік-шығысында қоңыр татпен зақымданған алаң индексінің маусым–тамыз айларындағы жауын-шашын мөлшерімен ($r = 0,83-0,92$), шілде мен тамыз айларындағы ауаның салыстырмалы ылғалдылығымен ($r = 0,42-0,52$), сондай-ақ шілде айындағы 1 мм-ден артық жауын-шашын түскен күндер санының көрсеткішімен ($r = 0,55$) тығыз корреляциялық байланысы анықталды. Талдау нәтижесінде тамыз айындағы ауаның ылғалдылығы 30 %-дан жоғары болған күндер саны мен ауаның қанығу дефициті арасындағы көрсеткіштер бойынша кері корреляциялық тәуелділік байқалды ($r = -0,37-0,43$). Септориоздың таралуына жүргізілген корреляциялық талдау шілде айындағы жауын-шашын мөлшерімен ($r = 0,55$), 1 мм-ден артық жауын-шашын түскен күндер саны және ауаның салыстырмалы ылғалдылығымен ($r = 0,74$) оң байланыс бар екенін көрсетті. Температуралық режимнің көрсеткіштері аурудың таралуына айтарлықтай әсер етпеген.

Қаржыландыру туралы ақпарат

Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті (ЖҒИ гранты AP23485162 «Гиперспектралды зондтау технологиясын пайдалану арқылы дәнді дақылдар ауруларын мониторингтеу мен ерте диагностикалаудың инновациялық әдісін әзірлеу» қаржыландырады.

Қорытынды

Жапырақ және сабақ инфекцияларының қоздырғыштарының таралуы мен дамуы жөніндегі үш жылдық талдау нәтижелері бұл үдерістердің дақылдың вегетация кезеңіндегі жауын-шашынның жиынтық мөлшеріне, 1 мм-ден артық жауын-шашын түскен күндер санына, ауаның салыстырмалы ылғалдылығына, сондай-ақ агроценоздағы гидротермиялық режимге тікелей тәуелді екенін көрсетті. Аурулардың күшті дамуы жиі жауын-шашынды кезеңдерде байқалды, бұл өсімдіктің жапырақ бетінде тамшы түріндегі ылғалдың ұзақ сақталуымен түсіндіріледі. Кейбір жағдайларда фитопатогендердің дамуына қолайлы ауа райы кезеңдері болса да, аурулар вегетацияның соңғы кезеңдерінде ғана байқалып, әлсіз дамуы мүмкін. Бұл құбылыс агроценоздардың топыраққа жақын ауа қабатында фитопатоген спорларының тығыздығының төмендігімен немесе олардың болмауымен түсіндіріледі. Қолайсыз ауа райы жағдайларында немесе инфекцияның кеш пайда болған кезінде аурулардың таралу деңгейі жоғары (90–100 %)

болуы мүмкін, бірақ даму қарқындылығы төмен (5–10 %) болып, ол өнімге айтарлықтай зиян келтірмейді.

Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, елдің солтүстік-шығысында қолайлы климаттық жағдайлар мен патогендік инфекция болған жағдайда тамыр шіріктері дақылдың барлық өсу кезеңдерінде байқалады; жапырақ таты көбіне жалауша жапырақ фазасында, ал кей жылдары сүтті пісу кезеңінде дамиды; септориоз болса, сабағы шығу кезеңінде байқалады.

ПАЙДАЛАНЫЛҒАН ДЕРЕКТЕР ТІЗІМІ

1 Қазақстан Республикасының Стратегиялық жоспарлау және реформалар агенттігі Ұлттық статистика бюросы. [Электронды ресурс]. – <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5>

2 Gaur, N., Mogalapu, S. Pests of Wheat // Pests and Their Management. – Singapore : Springer, 2018. – P. 81–97. – https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_4

3 Randhawa, M. S., Bhavani, S., Singh, P. K., Huerta-Espino, J., Singh, R. P. Disease Resistance in Wheat: Present Status and Future Prospects // Disease Resistance in Crop Plants. – Cham : Springer, 2019. – P. 61–81. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-20728-1_4

4 Тимофеев, В. Н., Перфильев, Н. В. Солтүстік Зауралье жағдайында топырақты өңдеу жүйесіне байланысты жаздық бидай егістерінің фитосанитарлық жағдайы // Егіншілік. – № 2. – 2016. – Б. 18–22.

5 Инсебаева, М. К., Кукушева, А. Н., Уалиева, Р. М. Қазақстанның солтүстік-шығысында жаздық бидай агроценоздарындағы фитопатогендерді мониторингтеу // Өсімдіктерді қорғаудың заманауи интеграцияланған жүйесі : Ресейлік ғылыми-практикалық конференция материалдары. – 2022. – 31–35. –бб. [Электронды ресурс]. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48276376>

6 Поляков, И. Я., Персов, М. П., Смирнов, В. А. Ауыл шаруашылығы дақылдарының зиянкестері мен ауруларының дамуын болжау (практикуммен бірге). – Л. : Колос, Ленинград бөлімшесі, 1984. – 318-б.

7 ГОСТ 12044-93. Аурулармен зақымдану дәрежесін анықтау әдістері. – Мәскеу : Стандартинформ, 2011. – 57-б.

8 Лысенко, Н. Н., Макеева, Т. Ф., Прудникова, Е. Г., Хилкова, Н. Л. Тыңайтқыштар мен фунгицидтердің фитосанитарлық, физиологиялық жағдайға және дәнді дақылдардың өнімділігіне әсері // ОрелГАУ Вестнигі. – 2012. – № 4(12). – 14–20-бб.

9 Санин, С. С. Өсімдіктерді аурулардан қорғау жүйесінің негізгі құрамдас буындары // Өсімдіктерді қорғау және карантин. – 2003. – № 10. – 16–21-бб.

10 Доспехов, Б. А. Далалық тәжірибе әдістемесі (зерттеу нәтижелерін статистикалық өңдеу негіздерімен). – 4-бас., толықт. және қайта өңделген. – М. : Колос, 1985. – 416-б.

11 Lamichhane, J. R., You, M. P., Laudinot, V., Barbetti, M. J., Aubertot, J. N. Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops // Plant Disease. – 2020. – Vol. 104. – P. 610–623.

12 Carisse, O., Ouimet, A., Toussaint, V., Phillion, V. Evaluation of the effect of seed treatments, bactericides, and cultivars on bacterial leaf spot of lettuce caused by Xanthomonas campestris pv. vitians // Plant Disease. – 2000. – Vol. 84. – P. 295–299. – <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.3.295>

13 Aktar, W., Sengupta, D., Chowdhury, A. Impact of Pesticides Use in Agriculture : Their Benefits and Hazards // Interdisciplinary Toxicology. – 2009. – Vol. 2. – P. 1–12.

REFERENCES

1 Qazaqstan Respublikasyn Strategialyq josparlau jane reformalar agenttigi Ulttyq statistika byurosy. <https://stat.gov.kz/official/industry/14/statistic/5>

2 Gaur, N., Mogalapu, S. Pests of Wheat // Pests and Their Management. – Singapore : Springer, 2018. – P. 81–97. – https://doi.org/10.1007/978-981-10-8687-8_4

3 Randhawa, M. S., Bhavani, S., Singh, P. K., Huerta-Espino, J., Singh, R. P. Disease Resistance in Wheat : Present Status and Future Prospects // Disease Resistance in Crop Plants. – Cham : Springer, 2019. – P. 61–81. – https://doi.org/10.1007/978-3-030-20728-1_4

4 Timofeev, V. N., Perfiliev, N. V. Soltustik Zauralie jagdainda topyraqtıy ondev juyesine bajlanysty jazdyq bidaj egisterinin fitosanitaryq jagdaiy // Eginshilik. – No. 2. – 2016. – P. 18–22.

5 Insebaeva, M. K., Kukusheva, A. N., Ualiyeva, R. M. Qazaqstannyn soltustik-shygysynda jazdyq bidaj agrocenoztaryndagy fitopatogenderdi monitoringteu // Osimdikterdi qorgaudyn zamanaury integraciyalangan juyesi : Reseylik gylymi-praktikalyk konferenciya materialdary. – 2022. – P. 31–35. – [Electronic resource]. – <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=48276376>

6 Polyakov, I. Ya., Persov, M. P., Smirnov, V. A. Auyll sharuashylygy daqyldarynyn ziyankesteri men aurularynyn damuyn boljau (praktikum men birge). – L. : Kolos, Leningrad bolimsheci, 1984. – 318 p.

7 GOST 12044-93. Aurularmen zaqymdanu darezhesin anyqtau adisteri. – Moscow: Standartinform, 2011. – 57 p.

8 **Lysenko, N. N., Makeeva, T. F., Prudnikova, E. G., Khilkova, N. L.** Tynaitqyshtar men fungicidterdin fitosanitaryq, fiziologiyalyq jagdaiga jane dandi daqyldardyn onimdiligine aseri // OrelGAU Vestnigi. – 2012. – No. 4(12). – P. 14–20.

9 **Sanin, S. S.** Osimdikterdi aurulardan qorgau juyesinin negizgi quragdas buyndary // Osimdikterdi qorgau jane karantin. – 2003. – No. 10. – P. 16–21.

10 **Dospekhov, B. A.** Dalalyq tajiribe adistemesi (zertteu natizhelerin statistiqalyq ondeu negizderimen). – 4-bas., tolyqt. jane qaita ondeg. – M.: Kolos, 1985. – 416 p.

11 **Lamichhane, J. R., You, M. P., Laudinot, V., Barbetti, M. J., Aubertot, J. N.** Revisiting sustainability of fungicide seed treatments for field crops // Plant Disease. – 2020. – Vol. 104. – P. 610–623.

12 **Carisse O., Ouimet A., Toussaint V., Phillion V.** Evaluation of the effect of seed treatments, bactericides, and cultivars on bacterial leaf spot of lettuce caused by *Xanthomonas campestris* pv. *vitians* // Plant Disease. – 2000. – Vol. 84. – P. 295–299. – <https://doi.org/10.1094/PDIS.2000.84.3.295>

13 **Aktar W., Sengupta D., Chowdhury A.** Impact of Pesticides Use in Agriculture : Their Benefits and Hazards // Interdisciplinary Toxicology. – 2009. – Vol. 2. – P. 1–12.

13.10.25 ж. баспаға түсті.

15.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

31.10.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

*Р. М. Уалиева¹, *М. А. Чайзабекова², М. М. Каверина³*

^{1,2,3}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 13.10.25.

Поступило с исправлениями 15.10.25.

Принято в печать 31.10.25.

СЕЗОННАЯ И МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ФИТОПАТОГЕНОВ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ КАЗАХСТАНА

В данной статье рассматриваются особенности сезонного и многолетнего развития фитопатогенов, встречающихся в весенних посевах пшеницы на северо-востоке Казахстана. Исследования

проводились в различных природно-климатических зонах Павлодарской области в 2023–2025 годах. В ходе исследования были выявлены основные факторы, влияющие на фитопатологическое состояние зерновых культур, определена связь интенсивности распространения и развития фитопатогенов с климатическими условиями.

*По результатам фитопатологического мониторинга в качестве основных фитопатогенов зарегистрированы грибы, принадлежащие родственникам *Fusarium*, *Bipolaris*, *Alternaria*, *Septoria* и *Puccinia*. Установлено, что степень распространения и повреждения указанных патогенов напрямую зависит от гидротермических условий, таких как температура воздуха, количество осадков и влажность почвы.*

Результаты исследования показали важность оптимизации агротехнических мер для повышения фитосанитарной устойчивости посевов яровой пшеницы. Вместе с тем доказано, что постоянный контроль динамики фитопатогенов и своевременное проведение профилактических мероприятий является основным механизмом сохранения качества и объема продукции.

Ключевые слова: яровая пшеница, фитопатогены, корневая гниль, септориоз, бурая ржавчина, альтернариоз, Павлодарская область, агроценоз.

*R. M. Ualiyeva¹, *M. A. Chaizabekova², M. M. Kaverina³*

^{1,2,3}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

Received 13.10.25.

Received in revised form 15.10.25.

Accepted for publication 31.10.25.

SEASONAL AND LONG-TERM DYNAMICS OF SPRING WHEAT PHYTOPATHOGENS IN THE NORTH-EAST OF KAZAKHSTAN

This article examines the features of seasonal and long-term development of phytopathogens found in spring wheat crops in northeastern Kazakhstan. The studies were carried out in various natural and climatic zones of Pavlodar region in 2023–2025. The study revealed the main factors affecting the phytopathological state of grain crops, determined

the relationship between the intensity of the spread and development of phytopathogens with climatic conditions.

According to the results of phytopathological monitoring, fungi belonging to the relatives Fusarium, Bipolaris, Alternaria, Septoria and Puccinia were registered as the main phytopathogens. It has been found that the extent of spread and damage of these pathogens is directly dependent on hydrothermal conditions such as air temperature, rainfall and soil moisture.

The results of the study showed the importance of optimizing agrotechnical measures to increase the phytosanitary resistance of spring wheat crops. At the same time, it has been proven that constant monitoring of the dynamics of phytopathogens and the timely implementation of preventive measures is the main mechanism for maintaining the quality and volume of products.

Keywords: spring wheat, phytopathogens, root rot, septoriossis, brown rust, alternariosis, Pavlodar region, agroecosis.

СЕКЦИЯ «СЕЛЬСКОЕ ХОЗЯЙСТВО»

SRSTI 34.31.33

<https://doi.org/10.48081/RAJL2366>

***S. Zh.Amankeldi¹, I. N. Anikina²**

^{1,2}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar

¹ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-8271-6676>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9535-5909>

*e-mail: amangeldisalima449@gmail.com

STERILIZATION OF CUCUMBER SEEDS WITH VARIOUS TYPES OF ANTIBIOTICS AND THEIR ADVANTAGES

The article presents the results of a study of the effect of antibiotics on the growth, physiological parameters of cucumber (Cucumis sativus L.) and suppression of contamination when introduced into culture in vitro. The use of antibiotics in plant biotechnology and phytopathology has both protective and stressful effects on plants. However, despite their potential in fighting bacterial infections, the effect of antibiotics on plant growth and development remains poorly understood. In this study, the effect of four antibiotics – ciprofloxacin (Ciprolet), chloramphenicol (Levomycetin), gentamicin and amoxicillin with clavulanic acid (Augmentin) – on cucumber plants was studied. The results showed that the effect of these drugs differed significantly depending on the concentration. Its effectiveness in suppressing microorganisms was often combined with phytotoxicity. In the course of the research, it was revealed that effective suppression of seeding and the absence of toxic effects on the development of the cucumber plant were noted when using augmentin at a dosage of 250 mg/l, levomycetin at a dosage of 500 mg/l, gentamicin at a dosage of 100 mg/l. The use of these dosages of antibiotics in cucumber cultivation in vitro has great prospects for suppressing secondary contamination of cucumber culture in breeding programs based on biotechnology.

Key words: cucumber, antibiotics, bacterial pathogens, growth, metabolism, rhizosphere microbiome.

Introduction

Antibiotics are widely used not only in medicine and veterinary science but also in agriculture, phytopathology, and plant biotechnology. In recent years, there has been growing interest in studying their effects on plant growth, development, and resistance to pathogens. However, despite the potential of antibiotics in combating bacterial infections, their impact on plants remains insufficiently studied.

Research indicates that antibiotics can adversely affect plant growth and development. For instance, studies have shown that antibiotics like tetracycline and sulfonamides can lead to reduced shoot and root biomass in crops such as cucumber, tomato, and lettuce. Even at low concentrations, antibiotics may delay germination, decrease chlorophyll content, and impair photosynthetic efficiency, leading to diminished plant vitality. These effects are often species-specific and can alter the composition of plant communities, potentially impacting associated ecosystems [1].

Antibiotics play a crucial role in protecting plants from bacterial infections, contributing to higher crop yields and improved agricultural sustainability. However, their application must be carefully managed to avoid resistance development and environmental harm. Research indicates that targeted use of antibiotics in integrated pest management systems can significantly reduce crop losses and minimize the need for more aggressive chemical treatments [2].

Antibiotics such as streptomycin are used in cucumber cultivation to control bacterial diseases like angular leaf spot caused by *Pseudomonas syringae* pv. *lachrymans*. Studies show that seed treatment with streptomycin can significantly reduce pathogen presence, thereby lowering seedling infection and improving germination rates. In some cases, foliar sprays are also applied, especially in greenhouse conditions where the infection can spread more rapidly. However, the effectiveness of such treatments may vary, and their application must be carefully managed to avoid the development of resistance and negative environmental impacts [3].

Ciprolet (Ciprofloxacin), containing ciprofloxacin, belongs to the fluoroquinolone class of antibiotics and is used to suppress bacterial infections. Studies on plants have shown its effectiveness against phytopathogenic bacteria such as *Pseudomonas syringae* and *Xanthomonas* spp. However, its application is limited by phytotoxicity: at high concentrations, ciprofloxacin can inhibit plant growth and disrupt symbiotic relationships with beneficial microorganisms. It may also affect the rhizosphere microbiome by altering the composition of soil bacteria and fungi, which can have long-term negative consequences for plant health.

Levomycesin (Chloramphenicol) is used in plant tissue cultures to suppress bacterial growth, which is especially important for growing aseptic cultures in laboratory conditions. However, it has a broad spectrum of action and can inhibit not only pathogenic but also beneficial microorganisms. At high concentrations, it suppresses mitochondrial protein synthesis, leading to reduced tissue regeneration in plants. Due to its toxicity, its use in agronomy is limited, but in biotechnological research, it is still employed to study plant resistance mechanisms to antibiotics and their effects on cellular metabolism.

In plant genetic engineering, gentamicin serves as a selective marker to identify successful transformations. Hayford et al. developed a selection system based on the expression of bacterial gentamicin-3-N-acetyltransferase (AAC(3)) genes in plants. These genes confer resistance to gentamicin, allowing transformed tissues of *Petunia hybrida* and *Arabidopsis thaliana* to grow in the presence of the antibiotic. The study demonstrated that the AAC(3) genes are effective selectable markers in plant tissue culture [4].

Augmentin (Amoxicillin + Clavulanic Acid), a combination of amoxicillin and clavulanic acid, is being studied in the context of plant protection against bacterial diseases. Amoxicillin is effective against many phytopathogens, while clavulanic acid inhibits beta-lactamases, preventing antibiotic degradation by bacteria. Studies have explored its effects on soil and rhizosphere microbiomes, as antibiotics can disrupt microbial community balance. However, its phytotoxicity and potential accumulation in plant tissues limit its practical application in agriculture.

All these antibiotics are used in plant biotechnology, phytopathology, and microbiological research, but their application requires caution due to their potential negative effects on plant growth and ecosystem processes.

This study investigates how continuous fertilization affects the microbial community structure in the cucumber rhizosphere. The researchers conducted three rounds of continuous plant growth experiments in pots to test different fertilizers and reveal the evolutionary features of the rhizosphere microecosystem. Through topological analysis of microbial co-occurrence networks and structural equation models, they identified keystone taxa associated with fertilization disturbances. The findings suggest that continuous fertilization with single fertilizers reduces microbial diversity and may disrupt the structure of the microbial network, potentially impacting plant health and resistance to pathogens [5].

Materials and methods

As the research material, cucumber plants (*Cucumis sativus* L.) and four antibiotics were selected: ciprofloxacin (Ciprolet), chloramphenicol (Levomycesin), gentamicin, and amoxicillin with clavulanic acid (Augmentin).

Cucumber was chosen as a model crop due to its high susceptibility to bacterial diseases and its agricultural importance. The antibiotics were selected based on their different mechanisms of action and their potential impact on phytopathogens, the rhizosphere microbiome, and physiological processes in plants.

During the experiment, different treatment variants were established, varying by the type of antibiotic used and its dosage. The concentration selection was carried out considering their potential effects on plant growth, physiological processes, and the rhizosphere microbiome. The treatment variants and corresponding antibiotic dosages are presented in Table 1.

Table 1. Antibiotic variants and their dosages

№	Antibiotic name	Dosages of antibiotic (mg/l)
1	Ciprolet	500
2	Ciprolet	250
3	Ciprolet	100
4	Levomycesin	500
5	Levomycesin	250
6	Levomycesin	100
7	Gentamicin	200
8	Gentamicin	100
9	Gentamicin	50
10	Augmentin	500
11	Augmentin	250
12	Augmentin	100
13	Control	-

Composition and Preparation of Nutrient Medium

The nutrient medium (NM) for plant cultivation must contain the following components:

- macroelements (nitrogen, sulfur, magnesium, calcium, phosphorus, potassium);
- microelements (iron, molybdenum, zinc, copper, manganese, boron, etc.);
- organic substances (vitamins, carbohydrates, amino acids) .

The most commonly used medium is Murashige and Skoog (MS). This NM is beneficial as it provides balanced nutrients and, unlike other media, contains both ammonium and nitrate nitrogen. The MS medium can be modified in various ways, particularly in terms of vitamin composition and regulatory factors [6].

For the preparation of NM following the methodology of T. I. Ditchenko, the substances listed in Table 2 were used.

Preparation of MS Medium. To prepare Murashige and Skoog (MS) medium, 100 mL of distilled water was poured into a 1-liter flask, followed by the addition of the required amount of macro- and microelements, vitamins, and growth regulators. The necessary amount of sucrose was weighed separately. Each component was dissolved in separate portions of water and then added to the prepared mixture. The pH of the nutrient medium was adjusted to 5.8. The prepared medium was distributed into test tubes and sealed with cotton plugs. The MS medium was autoclaved at 1 atm for 20– 30 minutes [7].

Table 2 – Composition of Murashige and Skoog Nutrient Medium

Components	Weight, mg/l
NH ₄ NO ₃	1650
CaCl ₂ × 2H ₂ O	332
MgSO ₄ × 7H ₂ O	370
KNO ₃	1900
KH ₂ PO ₄	170
H ₃ BO ₃	6,2
CoCl ₂ × 6H ₂ O	0,025
CuSO ₄ × 5H ₂ O	0,025
Na ₂ EDTA × 2H ₂ O	37,3
FeSO ₄ × 7H ₂ O	27,8
MnSO ₄ × H ₂ O	16,9
KI	0,83
Na ₂ MoO ₄ × 2H ₂ O	0,25
ZnSO ₄ × 7H ₂ O	8,6
Nicotinic acid	0,5

Pyridoxine – HCl	0,5
Thiamine – HCl	0,2
Ascorbic acid	0,5
IBA	1,0
Sucrose	20000
Casein hydrolysate	120
Agar agar	8000

Sterilization of Nutrient Media. Culture vessels filled with nutrient media were sterilized by autoclaving at 1.2 ± 0.1 atm (120°C) for 50 minutes.

Seed Sterilization. Before sterilization, cucumber seeds were thoroughly washed under running water to remove mechanical contaminants and surface microorganisms. The use of detergents was considered to enhance cleaning efficiency. This step was particularly important for eliminating dust, fruit residues, and other impurities that could affect sterilization effectiveness.

Seed sterilization was performed using various antiseptic solutions, including sodium hypochlorite, hydrogen peroxide, ethanol, and antibiotics. Antibiotics played a crucial role in suppressing bacterial contamination, especially in cases where seeds were infected with phytopathogenic microorganisms. In this study, ciprofloxacin (Ciprolet), chloramphenicol (Levomycetin), gentamicin, and amoxicillin with clavulanic acid (Augmentin) were used for seed sterilization. The selection of these antibiotics was based on their broad-spectrum activity against bacterial pathogens responsible for plant diseases [8].

In some cases, preliminary sterilization with ethanol was performed by either wiping the seeds with ethanol or fully immersing them for 2–5 seconds. However, for complete sterility, primary sterilization was carried out using sodium hypochlorite or hydrogen peroxide in combination with antibiotics. Sodium hypochlorite is a universal sterilizing agent suitable for treating various crop seeds, with concentration and exposure time adjusted individually.

To verify sterilization quality, the treated seeds were incubated under sterile conditions at room temperature for one week. After this period, sterility was assessed: if bacterial or fungal contamination was detected, the infected samples were discarded. This approach allowed the evaluation of antibiotic sterilization efficiency and the selection of optimal conditions for further cucumber cultivation [9].

Sterile Work Technique in a Laminar Flow Cabinet. The work surface of the laminar flow cabinet was thoroughly wiped with 90% ethanol, and hands were

also treated with ethanol. All required instruments were either wiped or immersed in 95 % ethanol, then flamed using a spirit lamp and placed on a sterile stand to cool before use [10].

The neck of the test tube containing the nutrient medium was passed over the flame of a spirit lamp. After removing the plug, the test tube was held with its open end facing away from the operator [11]. Work with plant material was carried out on sterile paper substrates, with instruments sterilized after each manipulation. After handling the plant material, both the test tube neck and foil cap were flamed before sealing.

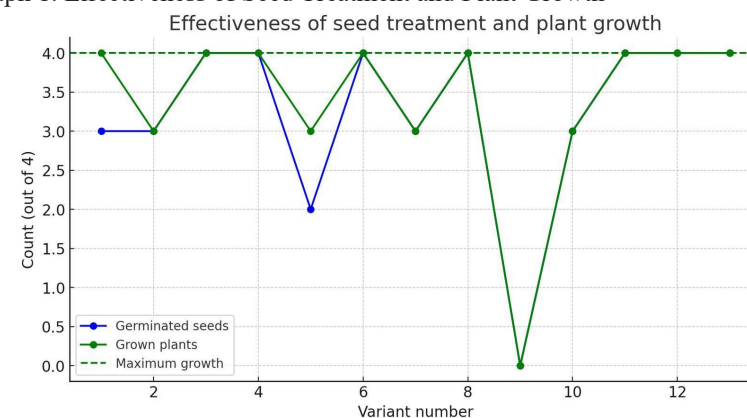
Sterilization of Instruments. Instruments were initially sterilized by dry heat at 180°C for 3 hours. Before each use, they were sterilized again by immersion in ethanol and flaming in a spirit lamp [12].

Results and Discussion

Observations during the first and second weeks revealed significant differences in the effectiveness of different seed treatment variants. Variants 3, 4, 6, 8, 12, and the control (13) showed the highest germination success, whereas variant 9 was completely ineffective, with no seeds germinating.

These results are presented in Graph 1, which illustrates the treatment variants that promoted better germination and those that were less successful.

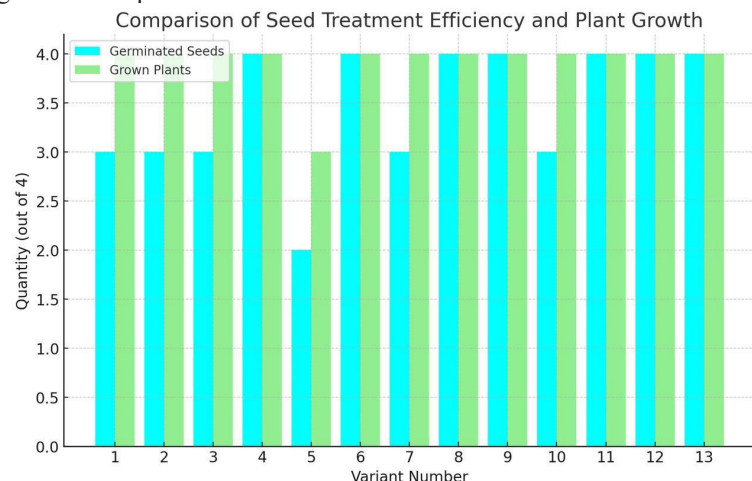
Graph 1. Effectiveness of Seed Treatment and Plant Growth



The line graph illustrates the number of germinated seeds (blue lines) and grown plants (green lines) for each treatment variant. The line indicating maximum growth helps visualize deviations from the ideal outcome.

An analysis of plant growth after two weeks showed that variants 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, and 13 achieved the highest success rate (4 out of 4 plants grown). In contrast, variants 5, 7, and 10 demonstrated moderate effectiveness, while variant 2 was slightly less successful. These results are clearly presented in Diagram 1, which highlights the most effective treatment methods for achieving optimal plant growth, as well as those that were less effective.

Diagram 1. Comparison of Seed Treatment Effectiveness and Plant Growth



The bar chart compares two key indicators: germinated seeds (blue bars) and grown plants (light green bars), visually illustrating the changes throughout the experiment.

Observations of plant growth during the experiment revealed significant differences in the effectiveness of various seed treatment methods. Several variants, including the control, demonstrated the highest germination rate (4 out of 4 seeds), indicating no negative impact from the treatment in these cases. However, variant 9 showed the worst result, with no seeds germinating, suggesting a potentially harmful effect of the applied treatment method.

Two weeks after germination, most plants continued to grow successfully, confirming the effectiveness of selected methods. Variants 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, and 13 achieved the maximum growth rate (4 out of 4 plants grown), demonstrating the stability of their effects. Meanwhile, variants 5, 7, and 10 showed moderate effectiveness, while variant 2 was slightly less successful, but still achieved results close to the maximum.

Thus, the conducted analysis helped identify the most effective seed treatment methods, as well as factors that contribute to or hinder plant growth. The obtained data can be used for further optimization of cultivation conditions and increasing crop productivity.

Conclusion

The study evaluated the effects of different antibiotics on the germination, growth, and physiological parameters of cucumber (*Cucumis sativus* L.) plants. The results demonstrated that seed treatment effectiveness varied significantly depending on the type of antibiotic used. Several treatment variants, including the control group, achieved the highest germination rate (4 out of 4 seeds), indicating no adverse effects from these treatments. However, variant 9 showed no germination, suggesting a negative impact of the applied treatment method.

Observations made two weeks after germination confirmed that most plants continued to grow successfully, highlighting the efficacy of certain antibiotics in promoting plant development. Variants 1, 3, 4, 6, 8, 9, 11, 12, and 13 achieved maximum growth (4 out of 4 plants), indicating the stability of their effects. Meanwhile, variants 5, 7, and 10 showed moderate effectiveness, and variant 2 performed slightly worse, but still provided results close to the maximum.

The conducted analysis identified the most effective seed treatment methods while also revealing factors that promote or inhibit plant growth. The study's findings have practical significance for optimizing cultivation conditions and improving agricultural productivity. Further research should explore the long-term effects of antibiotic treatments on plant health and soil microbiome composition to ensure their safe and sustainable use in agriculture.

REFERENCES

- 1 **Gomes, M. P., et al.** Antibiotic Resistance in Plant Pathogenic Bacteria: Recent Data and Environmental Impact of Unchecked Use and the Potential of Biocontrol Agents as an Eco-Friendly Alternative. // *Plants*. – Vol. 13. – no. 8. – 2024. – P. 1135.
- 2 **McManus, P. S.** Antibiotic Use for Plant Disease Management in the United States [Text] // *Plant Health Progress*. – 2002. – [Electronic resource]. – Available at: <https://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/Antibiotics.aspx>
- 3 **Bhat, K. A.** Studies on Angular Leaf Spot of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) [Text]: PhD Thesis. – SKUAST Kashmir, 2005. – [Electronic resource]. – Available at: <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810005371>
- 4 **Hayford, M. B., Medford, J. I., Hoffman, N. L., Rogers, S. G., & Klee, H. J.** Development of a plant transformation selection system based on

expression of genes encoding gentamicin acetyltransferases. // *Plant Physiology*. – 1988. – 86(4). – P. 1216–1222.

5 **Tang, J., Wu, H., Li, Y., & Chen, J.** The Response Microbial of the Cucumber Rhizosphere Network Keystone Taxa of the Cucumber Rhizosphere to Continuous Fertilization. // *Microorganisms*. – 2025. – 13(2). – 451. – <https://doi.org/10.3390/microorganisms13020451>

6 **Дитченко, Т. И.** Культура клеток, тканей и органов растений [Текст]. – Минск : БГУ, 2007. – С. 21–26.

7 **Авксентьева, О. А., Петренко, В. А.** Биотехнология высших растений: культура in vitro [Текст]: учебное пособие. – Х. : ХНУ, 2011. – С. 17–18.

8 **Павловская, Н. Е., Голышкина, Л. В.** Введение в сельскохозяйственную биотехнологию [Текст]: учебное пособие. – Орел : Изд-во ОГСХА, 1998. – 204 с.

9 **Шевелуха, В. С., Калашникова, Е. А., Дегтярев, С. В.** Сельскохозяйственная биотехнология [Текст]: учебник. – М. : Высшая школа, 1998. – 416 с.

10 **Федоров, Н. А.** Основы клеточной инженерии растений [Текст]: монография. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2005. – 280 с.

11 **Захаров, В. М.** Биотехнология в растениеводстве [Текст]: учебное пособие. – СПб. : Лань, 2012. – 192 с.

12 **Морозов, А. В.** Методы генной инженерии в сельском хозяйстве [Текст]: учебник. – Казань : Изд-во КФУ, 2017. – 230 с.

REFERENCES

1 **Gomes, M. P., et al.** Antibiotic Resistance in Plant Pathogenic Bacteria: Recent Data and Environmental Impact of Unchecked Use and the Potential of Biocontrol Agents as an Eco-Friendly Alternative. // *Plants*. – Vol. 13. – no. 8. – 2024. – P. 1135.

2 **McManus, P. S.** Antibiotic Use for Plant Disease Management in the United States [Text]. // *Plant Health Progress*. – 2002. [Electronic resource]. – Available at: <https://www.apsnet.org/publications/apsnetfeatures/Pages/Antibiotics.aspx>

3 **Bhat, K. A.** Studies on Angular Leaf Spot of Cucumber (*Cucumis sativus* L.) [Text]: PhD Thesis. – SKUAST Kashmir, 2005. [Electronic resource]. – Available at: <http://krishikosh.egranth.ac.in/handle/1/5810005371>

4 **Hayford, M. B., Medford, J. I., Hoffman, N. L., Rogers, S. G., & Klee, H. J.** Development of a plant transformation selection system based on expression of genes encoding gentamicin acetyltransferases. *Plant Physiology*. 1988. – Vol. 86(4). – P. 1216–1222.

5 **Tang, J., Wu, H., Li, Y., & Chen, J.** The Response Microbial of the Cucumber Rhizosphere Network Keystone Taxa of the Cucumber Rhizosphere to Continuous Fertilization. // *Microorganisms*. – 2025. – Vol. 13(2). – P. 451. – <https://doi.org/10.3390/microorganisms13020451>

6 **Ditchenko, T. I.** Kul'tura kletok, tkanei i organov rastenii [Culture of Plant Cells, Tissues, and Organs]. // *Belorusskii gosudarstvennyi universitet (BSU)*. – Minsk: BSU, 2007. – P. 21–26.

7 **Avksent'eva, O. A., Petrenko, V. A.** Biotehnologiya vysshikh rastenii: kul'tura in vitro [Biotechnology of Higher Plants: In Vitro Culture]. // *Khar'kovskii natsional'nyi universitet (KhNU)*. – Kharkov : KhNU, 2011. – P. 17–18.

8 **Pavlovskaya, N. E., Golyshkina, L. V.** Vvedenie v sel'skokhozyaistvennyuyu biotehnologiyu [Introduction to Agricultural Biotechnology]. *Orel State Agrarian University (OSAU)*. – Orel : OSAU Press. 1998. – 204 p.

9 **Shevelukha, V. S., Kalashnikova, E. A., Degtyarev, S. V.** Sel'skokhozyaistvennaya biotehnologiya [Agricultural Biotechnology]. *Moscow : Vysshaya Shkola*, 1998. – 416 p.

10 **Fedorov, N. A.** Osnovy kletochnoi inzhenerii rastenii [Fundamentals of Plant Cell Engineering]. // *Sibirskoye otделение Rossiiskoi akademii nauk (SO RAN)*. – Novosibirsk : SO RAN. – 2005. – 280 p.

11 **Zakharov, V. M.** Biotehnologiya v rastenievodstve [Biotechnology in Crop Production]. *Saint Petersburg : Lan'*, 2012. – 192 p.

12 **Morozov, A. V.** Metody gennoi inzhenerii v sel'skom khozyaistve [Methods of Genetic Engineering in Agriculture]. // *Kazan Federal University Press*. *Kazan : KFU Press*, 2017. – 230 p.

Received 09.10.25.

Received in revised form 22.10.25.

Accepted for publication 04.11.25.

*С. Ж. Аманкелді¹, И. Н. Аникина²

^{1,2}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

09.10.25 ж. баспаға түсті.

22.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

04.11.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚИЯР ТҰҚЫМДАРЫН ӘРТҮРЛІ АНТИБИОТИКТЕРМЕН СТЕРИЛДЕУ ЖӘНЕ ОЛАРДЫҢ АРТЫҚШЫЛЫҚТАРЫ

Мақалада антибиотиктердің қиярдың (*Cucumis sativus* L.) өсуіне, физиологиялық көрсеткіштеріне және *in vitro* жағдайына енгізу кезіндегі ластануды төмендету әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Өсімдік биотехнологиясында және фитопатологиясында антибиотиктерді қолдану өсімдіктерге қорғаныс жағдайымен қатар стресстік әсер етеді. Дегенмен, олардың бактериялық инфекциялармен күресу мүмкіндігіне қарамастан, антибиотиктердің өсімдіктердің өсуі мен дамуына әсері әлі де аз зерттелген. Бұл зерттеу жұмысында төрт антибиотиктің — ципрофлоксацин (Ципролет), левомицетин (Левомецетин), гентамицин және клавулан қышқылы мен амоксициллиннің (Азментин) қияр өсімдіктеріне олардың әсері зерттелді. Нәтижесінде бұл препараттардың қолайлы концентрацияға байланысты айтарлықтай өзгеретінін көрсетті. Микроорганизмдерді азайту тиімділігі көбінесе фитоуыттылықпен үйлеседі. Зерттеу барысында аугментинді 250 мг/л дозада, левомицетинді 500 мг/л, гентамицинді 100 мг/л дозада қолданғанда ластанудың тиімді азаюын және қияр өсімдіктерінің дамуына уыттылық әсердің жоқтығы анықталды. Осы антибиотик дозаларын қиярды *in vitro* жағдайында өсіруде қолдану биотехнологияға негізделген селекциялық бағдарламаларда қияр дақылдарының қайта ластануын төмендету үшін үлкен пайдаға ие.

Кілтті сөздер: қияр, антибиотиктер, бактериялық патогендер, өсу, метаболизм, ризосфера микробиомы.

*С. Ж. Аманкелди¹, И. Н. Аникина²

^{1,2}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар.

Поступило в редакцию 09.10.25.

Поступило с исправлениями 22.10.25.

Принято в печать 04.11.25.

СТЕРИЛИЗАЦИЯ СЕМЯН ОГУРЦА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ АНТИБИОТИКОВ И ИХ ПРЕИМУЩЕСТВА

В статье представлены результаты исследования влияния антибиотиков на рост, физиологические параметры огурца (*Cucumis sativus* L.) и подавление контаминации при введении в культуру *in vitro*. Использование антибиотиков в биотехнологии растений и фитопатологии оказывает как защитное, так и стрессовое воздействие на растения. Однако, несмотря на их потенциал в борьбе с бактериальными инфекциями, влияние антибиотиков на рост и развитие растений остается недостаточно изученным. В данном исследовании изучалось влияние четырех антибиотиков — ципрофлоксацина (Ципролет), хлорамфеникола (Левомецетин), гентамицина и амоксициллина с клавулановой кислотой (Аугментин) — на растения огурца. Результаты показали, что влияние данных препаратов значительно отличалось в зависимости от концентрации. Эффективность в подавлении микроорганизмов, часто считалась с фитотоксичностью. В ходе исследований было выявлено, что эффективное подавление обсемененности и отсутствие токсического воздействия на развитие растения огурца были отмечены при использовании аугментина в дозировке 250 мг/л, левомицетина в дозировке 500 мг/л, гентамицина в дозировке 100 мг/л. Применение этих дозировок антибиотиков в выращивании огурца *in vitro* имеет большую перспективу для подавления вторичного загрязнения культуры огурца в селекционных программах на основе биотехнологии.

Ключевые слова: огурец, антибиотики, бактериальные патогены, рост, метаболизм, микробиом ризосферы.

<https://doi.org/10.48081/RCDR3989>

**И. С. Бейшова¹, Ә. С. Шәмшідін², *Д. К. Салимова³,
Д. А. Гриценко⁴, М. Х. Шапекова⁵**

^{1,2,3}Западно-Казахстанский аграрно-технический

университет имени Жангир хана,
Республика Казахстан, г. Уральск;

^{4,5}Институт биологии
и биотехнологии растений,
Республика Казахстан, г. Алматы

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3197-6586>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8746-7484>

*e-mail: salimova.dinara98@gmail.com

СОВРЕМЕННЫЕ ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ИЗУЧЕНИЮ ПОРОДНЫХ И ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ КАЗАХСКИХ ЛОШАДЕЙ

В настоящей работе была поставлена задача оценить генетическую структуру, уровень разнообразия и провести полногеномный ассоциативный анализ (GWAS) хозяйственно полезных признаков (живой массы и размера тела) аборигенных пород лошадей Казахстана. Для анализа были использованы биологические образцы от более 2 000 особей казахских лошадей (пород Мугалжар, Кушум, Костанай, Жабе, Адай и др.), генотипирование которых проводилось с помощью микрочипа Equine80k SNP array, а обработка данных включала методы PCA, ADMIXTURE, расчет гетерозиготности и Fst. Общая популяция казахских лошадей демонстрирует высокий уровень внутривидового генетического разнообразия и практически полное отсутствие инбридинга, что подтверждается близкими значениями ожидаемой и наблюдаемой гетерозиготности. Показатели межпородной дифференциации (Fst < 0,005) крайне низки, что свидетельствует о генетической однородности и существовании единой смешанной ландрассы, генетически близкой к монгольским

и тувинским лошадям. Дополнительный анализ типа Жабе выявил следы гибридизации с чистокровными верховыми и обособление селекционной линии «Жетысу Асылы». Проведенный GWAS успешно идентифицировал 81 SNP, ассоциированный с размером тела, и 84 SNP – с массой, включая маркеры, расположенные в генах CFI, DLG2, KIT, а также LCORL и MSTN, что подтверждает наличие значимых генетических детерминант хозяйственно ценных признаков. В заключение, казахские лошади обладают значительным генетическим резервом и пластичностью; идентификация SNP-маркеров открывает прямые перспективы для разработки молекулярно-обоснованных селекционных программ, направленных на повышение продуктивности и рациональное использование генофонда аборигенных пород.

Ключевые слова: Казахская лошадь, аборигенные породы, селекция, SNP-генотипирование, мясная продуктивность.

Введение

Казахстан является одним из центров древнего и современного коневодства, где лошади на протяжении тысячелетий играли ключевую роль в хозяйстве, культуре и адаптации человека к суровым условиям степи. Казахские породы отличаются уникальными признаками – высокой выносливостью, приспособленностью к экстремальным климатическим условиям, мясной и молочной продуктивностью. Традиционно изучение породных качеств основывалось на морфологических характеристиках, таких как живая масса, рост, особенности экстерьера, а также на хозяйственных показателях (молочная и мясная продуктивность, воспроизводительные качества). Однако такие методы не позволяли выявить генетическую основу признаков. Появление молекулярно-генетических технологий открыло новые возможности для анализа происхождения, структуры популяций и продуктивных качеств казахских лошадей. Первые исследования, основанные на митохондриальной ДНК (контрольный регион D-loop и смежные участки), выявили высокое гаплотипное разнообразие и слабую географическую дифференциацию казахских лошадей, что указывает на их смешанное происхождение и участие в формировании нескольких пород [1].

Далее в практику вошло использование микросателлитных маркеров (STR), которые стали «золотым стандартом» для оценки внутривидового гетерозиготности, выявления уровня инбридинга и степени родства; исследования STR показали высокий уровень генетического разнообразия при относительно низкой межпородной дифференциации, что

отражает исторические процессы свободного скрещивания и отсутствие жёсткой селекции [2].

Современные подходы, основанные на SNP-генотипировании и полногеномных ассоциационных исследованиях (GWAS), позволяют детальнее анализировать структуру популяций и выявлять генетические детерминанты продуктивных признаков. Так, применение SNP-панелей к казахским лошадям показало, что традиционное разделение на породы и внутривидовые типы не всегда подтверждается молекулярными данными: генетические различия между группами относительно малы, популяции характеризуются значительной смешанностью, однако одновременно обнаруживается высокий индивидуальный уровень разнообразия, что делает казахских лошадей перспективным ресурсом для селекции [3].

GWAS-анализы выявили набор SNP, ассоциированных с размерами тела и массой – признаками, напрямую относящимися к мясной продуктивности, – при этом найденные маркеры распределены по различным геномным областям и требуют дальнейшей валидации в больших выборках. Особый интерес представляют исследования генов-кандидатов: полиморфизмы в генах LCORL и PRKAG3 у локальных типов (Жабе, Адай) обнаружены как потенциально связанные с мясной продуктивностью и ростовыми характеристиками; в некоторых популяциях наблюдается высокая гомозиготность по локусу LCORL, что может отражать направленное селекционное давление в сторону крупных особей [4].

Анализы конкретных пород, например Мугалжар, показали высокий уровень внутривидового разнообразия и отсутствие существенного инбридинга; при этом было отмечено различие линий по молочной продуктивности (например, диапазон надоя за 105 дней лактации ~1431–1701 л), что указывает на реальную фенотипическую вариабельность, потенциально связанную с генетикой [5].

Молекулярно-генетические исследования казахских лошадей развивались от анализа митохондриальной ДНК и STR-маркеров к применению высокоплотного SNP-генотипирования и GWAS. Так, исследования по STR показали высокий уровень полиморфизма и низкую межпородную дифференциацию, что указывает на сохранение общего генофонда и активный обмен аллелями между популяциями. Для отдельных пород, например мугалжарской и жабе, выявлены высокие показатели гетерозиготности и отсутствие существенного инбридинга [6]. Переход к SNP-массивам позволил уточнить структуру казахских лошадей: анализ более 2000 животных показал отсутствие чёткой генетической границы между породами и подтвердил существование единой ландрассы «казахская

лошадь» с высоким индивидуальным разнообразием. Дополнительные исследования типа Жабе, включая популяцию «Жетысу Асылы», выявили низкую внутривидовую дифференциацию, но признаки направленного отбора в отдельных линиях [7]. Эти данные подчёркивают значительный генетический резерв казахских лошадей и открывают перспективы использования геномных технологий для селекции по мясной и молочной продуктивности, а также по адаптивным признакам [8].

В последние годы развитие молекулярно-генетических технологий позволило значительно расширить представления о происхождении и внутривидовой структуре казахских лошадей. С внедрением методов высокопроизводительного секвенирования (NGS) и SNP-генотипирования стало возможным проведение полногеномных исследований, направленных на выявление адаптивных и продуктивных локусов. Например, исследования отечественных авторов показали, что применение панелей SNP-маркеров к казахским лошадям позволяет уточнить структуру популяций и выявить участки генома, ответственные за морфологические и хозяйственно полезные признаки [9].

Работа Kassymbekova и соавт. (2025) показала, что у мугалжарской породы сохраняется высокий уровень генетического разнообразия, при этом в геноме выявлены гены-кандидаты, связанные с мясной продуктивностью, метаболизмом и адаптацией к аридным условиям – такие как LCORL, PRKAG3, COX4I1 и CKM. Параллельные исследования, основанные на микросателлитных маркерах, подтвердили низкий уровень инбридинга и высокий показатель гетерозиготности у популяций Мугалжар и Жабе, что указывает на сохранение широкой генетической базы для дальнейшей селекционной работы.

Проведённые полногеномные ассоциационные исследования (GWAS) продемонстрировали существование SNP, ассоциированных с ростом, живой массой и мясной продуктивностью лошадей, включая локусы, расположенные в генах MSTN и LCORL, участвующих в формировании скелетно-мышечной массы. Кроме того, сравнительные работы, выполненные с привлечением казахских, монгольских и европейских пород, показали наличие общей древней генетической основы, что подтверждает историческую роль Казахстана как одного из центров одомашнивания и диверсификации лошади [10].

Наиболее передовые исследования включают анализ некодирующих РНК и полногеномное бисульфитное секвенирование (WGBS-seq), которое позволило выявить генетические и эпигенетические механизмы, стоящие за важными хозяйственными признаками. Так, сравнительный анализ

ДНК-метилирования у казахских кобыл с высокой и низкой молочной продуктивностью позволил идентифицировать дифференциально метилированные гены, участвующие в регуляции лактации и функции молочной железы, что открывает путь к внедрению эпигенетических маркеров в селекцию [11].

Кроме того, генетические исследования мясной продуктивности вышли за рамки простого набора массы и перешли к изучению качественных характеристик мяса. Были проанализированы механизмы, лежащие в основе различий в цвете брюшного жира (желтый/белый), что имеет прямое отношение к потребительским предпочтениям и качеству туши. Эти работы, основанные на секвенировании некодирующих РНК (lncRNA, miRNA), позволили определить ключевые гены и сигнальные пути, связанные с метаболизмом жировой ткани [12].

Совокупность современных данных свидетельствует о том, что казахские лошади характеризуются высокой генетической пластичностью и адаптивным потенциалом. Развитие геномных методов – SNP-генотипирования, GWAS и секвенирования всего генома – открывает перспективы для создания молекулярно-обоснованных селекционных программ, направленных на повышение мясной и молочной продуктивности, выносливости и адаптивности казахских пород к экстремальным условиям окружающей среды.

Материалы и методы

Для исследования были использованы биологические образцы отечественных пород лошадей (Мугалжар, Кушум, Костанай, белые лошади «Жетысу асылы» казахская порода: Джабе, Найманский и Адайский типы) собранные в хозяйствах разных регионов Казахстана. В отдельном исследовании были дополнительно проанализированы выборки лошадей типа Джабе, включая популяцию «Жетысу Асылы». Всего было отобрано более 2 000 особей (в том числе 632 Джабе, 585 Мугалжар, 303 Адай, 226 Кушум, 158 Найман, 116 Костанай; дополнительно 403 Джабе и 42 «Жетысу Асылы»)

Материалом служили волосы с корнями из хвоста и гривы, из которых выделяли ДНК с использованием набора DNK-Extran2 (Синтол, РФ). Концентрацию и качество ДНК оценивали на флуориметре Qubit 4 (Thermo Fisher Scientific, США)

Генотипирование выполняли с помощью микрочипа Equine80k SNP array на системе Illumina iScan в соответствии с протоколом производителя. Первичная обработка данных и фильтрация проводилась в программном пакете GenomeStudio (Illumina). Для дальнейшего анализа использовали

PLINK1.9 с применением стандартных пороговых значений (частота минорного аллеля $\geq 0,05$; соответствие равновесию Харди-Вайнберга, $p \geq 1 \times 10^{-5}$; частота вызова SNP $\geq 0,95$). Отсутствующие генотипы имитировались с использованием BEAGLE.

Фенотипические показатели включали живую массу, высоту в холке, косую длину туловища, обхват груди и обхват пясти. На основе этих данных выполнялся PCA-анализ, позволивший сформировать интегральный показатель «размер животного».

Анализ генетической структуры проводили методами PCA, ADMIXTURE ($K=2-20$), расчёта коэффициентов гетерозиготности (H_e , H_o) и индекса дифференциации (F_{st}). Сравнительный анализ включал данные по зарубежным породам (монгольская, тувинская, ахалтекинская, арабская, чистокровная верховая и др.).

Для поиска ассоциаций SNP с хозяйственно полезными признаками применялся GWAS (геном-ассоциированное исследование) с использованием линейной регрессии в PLINK1.9. В качестве ковариат учитывались возраст и пол животных. Статистическая значимость определялась с использованием метода Монте-Карло перестановок ($p < 0,001$). Аннотацию значимых SNP проводили с помощью Variant Effect Predictor (VEP) и базы DAVID.

Результаты и обсуждение

В результате генотипирования казахских лошадей получено более 74 000 SNP-маркеров для 2 020 животных, из которых после фильтрации использовалось 60 987 полиморфизмов. Для дополнительного анализа типа Джабе (включая популяцию «Жетысу Асылы») было проанализировано 1 038 особей, для которых отобрано 43 422 SNP.

Популяционная структура. Анализ гетерозиготности показал близкие значения ожидаемой ($H_e = 0,3462 \pm 0,0051$) и наблюдаемой ($H_o = 0,3432 \pm 0,0043$) гетерозиготности, что отражает высокий уровень генетического разнообразия и отсутствие признаков инбридинга.

Показатели дифференциации между породами оказались крайне низкими: значения F_{st} не превышали 0,001–0,005 для всех пар групп. Наименьшее различие отмечено между Костанайской и Адайской породами ($F_{st} = 0,0003$), а наибольшее – между Кушумской и Адайской ($F_{st} = 0,005$). Это указывает на генетическую однородность и отсутствие чёткой демаркации между традиционными типами и производными породами. Анализ ADMIXTURE при $K=2$ показал, что вся выборка казахских лошадей формирует единый генофонд с наличием отдельных аултайеров. При увеличении числа кластеров ($K=3-10$) выявлялась внутривидовая вариабельность, однако без чётких границ между типами.

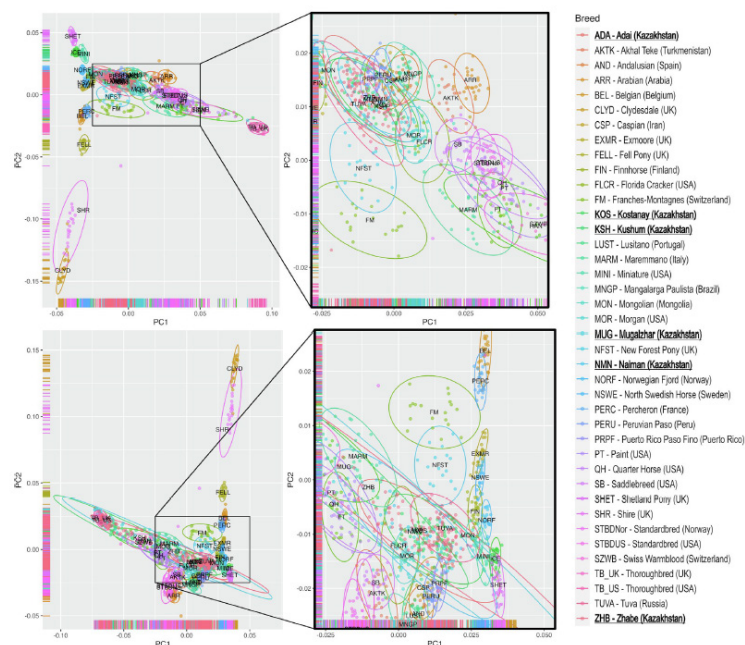


Рисунок 1 – PCA-анализ казахских лошадей в сравнении с зарубежными породами.

Сравнение с зарубежными породами (138 Джабе, 74 Костанай, 66 Мугалжар, 60 Кушум, 27 Адай против 1 176 особей разных пород) показало, что казахские лошади занимают центральное положение на PCA-диаграмме и имеют более высокий уровень индивидуальной изменчивости, чем большинство зарубежных пород. Наибольшее генетическое сходство выявлено с монгольскими и тувинскими лошадьми, тогда как наибольшие отличия наблюдались по отношению к чистокровным верховым.

Дополнительный анализ типа Джабе показал, что значения гетерозиготности варьировали в пределах $H_e = 0,314-0,334$ и $H_o = 0,317-0,342$. Исключение составила популяция «Жетысу Асылы», у которой $H_e = 0,298$ и $H_o = 0,308$, что свидетельствует о меньшем генетическом разнообразии по сравнению с другими популяциями Джабе.

Коэффициенты F_{st} между популяциями Джабе не превышали 0,01, за исключением «Жетысу Асылы» (0,027–0,034), которая образовала

отдельный кластер. Это указывает на усиленное селекционное воздействие в данной линии.

Анализ сцепления (LD) показал низкую степень сцепленности у Джабе, характерную для популяций с высокой изменчивостью и слабым искусственным отбором. В то же время у «Жетысу Асылы» значения LD были выше и приближались к показателям интенсивно разводимых пород, таких как чистокровные верховые.

PCA и ADMIXTURE подтвердили наличие гибридных генотипов Джабе с чистокровными верховыми. Особенно это проявилось в популяции «Калка», где значительная часть животных имела сдвиг в сторону Thoroughbred.

Ассоциативный анализ (GWAS). В общей выборке казахских лошадей GWAS выявил 81 SNP, ассоциированный с размером тела, и 84 SNP, ассоциированных с массой, из которых 60 были успешно аннотированы. Эти маркеры связаны с генами, участвующими в развитии костно-суставной системы, соединительных тканей, регуляции нервных и иммунных процессов.

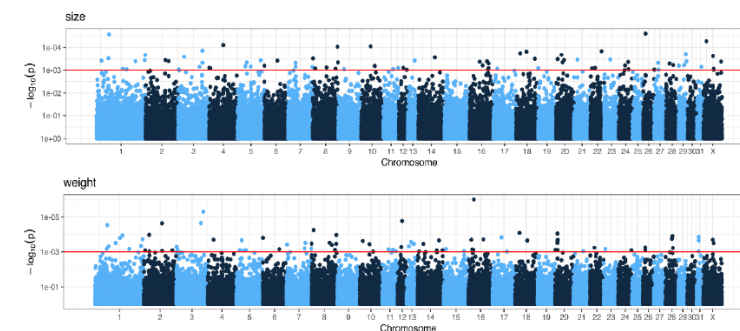


Рисунок 2 – Манхэттенские диаграммы (Распределение однонуклеотидных мутаций по хромосомам в изученной группе лошадей отечественных пород в связи с уровнем статистической значимости для показателей живой массы (внизу) и промеров (вверху))

В выборке Джабе GWAS проведён для 823 животных, исключив аутлайеров и особей без фенотипических данных. Выявлено 126 SNP, достоверно ассоциированных с массой, и 99 SNP – с размером тела ($p < 0,001$). После фильтрации и аннотации было отобрано 57 SNP, включая: 14 маркеров, связанных исключительно с размером тела; 23 маркера,

ассоциированных только с массой; 20 маркеров, связанных одновременно с обоими признаками.

Среди выявленных генов особое внимание заслуживают: CFI (комплемент-фактор I) – три SNP, участвующих в иммунных процессах; DLG2, KIT, PRKG2 – по два SNP, влияющих на клеточные сигнальные пути и развитие тканей; ряд других генов, связанных с регуляцией обмена веществ и морфогенезом.

Таким образом, GWAS подтвердил наличие значимых ассоциаций с хозяйственно ценными признаками (масса и размер), что открывает перспективы использования SNP-маркеров в молекулярной селекции казахских лошадей.

Информация о финансировании

Исследования проводились в НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет им. Жангир хана» и РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений» КН МНВО РК в рамках научного проекта ПЦФ BR22887106 «Применение молекулярно-генетических методов для оптимизации управления генетическими ресурсами лошадей и разработка инновационных технологий для продуктивного коневодства», ГФ МНВО РК № AP14870614 «Генетическое маркирование продуктивных качеств казахской лошади типа джабе на основе SNP-генотипирования с широким покрытием генома», № AP19577616 «Изучение породоспецифичных признаков у отечественных пород лошадей методом ресеквенирования и транскриптомного анализа».

Выводы

Проведённые геномные исследования традиционных казахских лошадей подтвердили высокий уровень внутрипопуляционного генетического разнообразия и отсутствие выраженной дифференциации между основными типами и производными породами, что позволяет рассматривать их как единую популяцию «казахская лошадь», близкую по происхождению к монгольским и тувинским лошадям; при этом анализ типа Жабы выявил наличие широкой изменчивости, следы скрещивания с чистокровными верховыми и отдельную селекционно выделенную линию «Жетысу Асылы», а проведённые GWAS позволили идентифицировать ряд значимых SNP, ассоциированных с массой и размером тела, что открывает перспективы применения молекулярных маркеров в селекционно-племенной работе и имеет важное значение для сохранения и рационального использования генофонда аборигенных пород.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Gemingguli, M., Iskhan, K. R., Li, Y., Qi, A., Wunirifu, W., Ding, L. Y., et al. Genetic diversity and population structure of Kazakh horses (*Equus caballus*) inferred from mtDNA sequences. *Genet. // Mol. Res.*, 2016. <https://doi.org/10.4238/gmr.15048618>.
- 2 Orazymbetova, Z., Ualiyeva, D., Dossybayev, K., et al. Genetic Diversity of Kazakhstani *Equus caballus* Horse Breeds Inferred from Microsatellite Markers. // *Veterinary Sciences*. – 2023. – 10(10) – 598. <https://doi.org/10.3390/vetsci10100598>.
- 3 Pozharskiy, A., Abdrakhmanova, A., Beishova, I., Shamshidin, A., Nametov, A., Ulyanova, T., et al. Genetic structure and genome-wide association study of the traditional Kazakh horses. // *Animal*. – 2023 Sep. – 17(9) – 100926. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2023.100926>.
- 4 Kabyzbekova, D., Ussenbekov, Y., Assanbayev, T., Bekmanov, B., Kassymbekova, Sh. Identification on SNP polymorphisms associated with meat productivity in the local Kazakh horse breed. *Fundamental and Experimental Biology / Bulletin (BMG-Vestnik)*. – 2023. – 4. – 69–76. <https://doi.org/10.31489/2023BMG4/69-76>.
- 5 Kassymbekova, Sh. N., Iskhan, K. Zh., Rzabaev, S. S., Bimenova, Zh. Zh., Kabyzbekova, D. I., Tursunkulov, S. A. Assessment of genetic diversity using microsatellite markers and milk productivity of Mugalzhar horses. *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University: Veterinary Sciences*, 2024; No. 3(007). [https://doi.org/10.51452/kazatuvc.2024.3\(007\).1721](https://doi.org/10.51452/kazatuvc.2024.3(007).1721).
- 6 Seleuova, L. A., Naimanov, D. K., Jaworski, Z., Aubakirov, M. Zh., Mustafin, M. K., Mustafin, B. M., Safronova, O. S., Baktybaev, G. T., Turabaev, A. T., Domatski, V. N. Population genetic characteristic of horses of Mugalzhar breed by STR-markers. *Biomedical Research*. – 2018. – Vol. 29(18). – P. 3434–3440. – [Electronic resource]. – URL: <https://www.biomedres.info/abstract/population-genetic-characteristic-of-horses-of-mugalzhar-breed-by-strmarkers-10872.html> (дата обращения: 23.09.2025)
- 7 Pozharskiy, A., Beishova, I., Nametov, A., Shamshidin, A., Ulyanova, T., Kovalchuk, A., Ulyanov, V., Bekova, G., Shamekova, M., Gritsenko, D. Genetic composition of Kazakh horses of Zhabe type evaluated by SNP genotyping. *Heliyon*, 2025. – Vol. 11(1). – Article e41173. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e41173>
- 8 Kabyzbekova, D., Assanbayev, T. S., Kassymbekova, S., Kantanen, J. Genetic Studies and Breed Diversity of Kazakh Native Horses: A Comprehensive Review. *Advances in Life Sciences*, 2024. – Vol. 11(1). – P. 13–24. <https://doi.org/10.17582/journal.als/2024/11.1.13.24>

9 Kassymbekova, Sh. N., Bimenova, Z. Z., Iskhan, K. Z., et al. Uncovering Genetic Diversity and Adaptive Candidate Genes in the Mugalzhar Horse Breed using Whole-Genome Sequencing Data. // Animals, 2025; 15(18): 2667. <https://doi.org/10.3390/ani15182667>.

10 Yurchenko, A. A., Koptekin, D., Petersen, J. L., et al. Genomic Composition and Admixture of Modern and Ancient Domestic Horses from Kazakhstan. // Nature Communications, 2023. – 14. – 2967.

11 Liu, F., Zhang, F., Shi, W., et al. Integrating genome-wide methylation and transcriptome-wide analyses to reveal the genetic mechanism of milk traits in Kazakh horses. // Gene, 2023. – Vol. 856. – P. 147143. <https://doi.org/10.1016/j.gene.2022.147143>. – PMID: 36574934

12 Zhou, Y., Yao, X., Meng, J., et al. Mechanisms of Variation in Abdominal Adipose Color Among Male Kazakh Horses Through Non-Coding RNA Sequencing. // Biology (Basel), 2025. – Vol. 14(9). – P. 1285. <https://doi.org/10.3390/biology14091285>

Поступило в редакцию 04.11.25.

Поступило с исправлениями 05.11.25.

Принято в печать 13.11.25.

И. С. Бейшова¹, Ә. С. Шәмшідін², *Д. К. Салимова³,

Д. А. Гриценко⁴, М. Х. Шамекова⁵

^{1,2,3}Жәңгір хан атындағы

Батыс Қазақстан аграрлы-техникалық университеті,

Қазақстан Республикасы, Орал қ.;

^{4,5}ШЖҚ РМК «Өсімдіктердің биологиясы

және биотехнологиясы институты»,

Қазақстан Республикасы, Алматы қ.

04.11.25 ж. баспаға түсті.

05.11.25 ж. түзетулерімен түсті.

13.11.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ҚАЗАҚ ЖЫЛҚЫЛАРЫНЫҢ ТҰҚЫМДЫҚ ЖӘНЕ ӨНІМДІЛІК САПАЛАРЫН ЗЕРТТЕУДІҢ ЗАМАНАУИ ГЕНЕТИКАЛЫҚ ТӘСІЛДЕРІ

Осы зерттеуде Қазақстанның жергілікті жылқы тұқымдарының (Мұғалжар, Құшым, Қостанай, Жабы, Адай және т.б.) генетикалық құрылымын, әртүрлілік деңгейін бағалау және шаруашылық тұрғыдан маңызды белгілердің (тірі салмақ пен дене өлшемі) толық геномдық ассоциативтік талдауын (GWAS) жүргізу міндеті қойылды. Талдауға

2 000-нан астам қазақ жылқысынан алынған биологиялық үлгілер қолданылды. Генотиптеу Equine80k SNP array микроchip арқылы жүзеге асырылды, ал деректерді өңдеу PCA, ADMIXTURE әдістерін, гетерозиготтылық пен Fst көрсеткіштерін есептеуді қамтыды.

Қазақ жылқыларының жалпы популяциясы жоғары деңгейдегі ішкі популяциялық генетикалық әртүрлілікті және инбридингтің дерлік болмауын көрсетеді, бұл күтілетін және бақыланған гетерозиготтылық мәндерінің ұқсастығымен дәлелденеді. Тұқымаралық дифференциация көрсеткіштері ($F_{st} < 0,005$) өте төмен, бұл генетикалық біртектілікті және моңғол мен тувалық жылқыларға жақын аралас ландрасстың бар екенін білдіреді.

Жабы типін қосымша талдау нәтижесінде таза қанды мініс жылқыларымен будандасу іздері және «Жетісу Асылы» селекциялық желісінің ерекшеленуі анықталды. Жүргізілген GWAS талдауы дене өлшемімен ассоциацияланған 81 SNP және салмақпен байланысты 84 SNP анықтады, олардың қатарында CFI, DLG2, KIT, сондай-ақ LCORL және MSTN гендерінде орналасқан маркерлер бар. Бұл шаруашылыққа пайдалы белгілердің маңызды генетикалық детерминанттарының бар екенін дәлелдейді.

Қорытындылай келе, қазақ жылқылары айтарлықтай генетикалық қор мен бейімделгіштік әлеуетке ие; SNP-маркерлерді анықтау өнімділікті арттыруға және жергілікті тұқымдардың генетикалық қорын ұтымды пайдалануға бағытталған молекулалық негізделген селекциялық бағдарламаларды әзірлеуге тікелей мүмкіндік ашады.

Кілтті сөздер: Қазақ жылқысы, жергілікті тұқымдар, селекция, SNP-генотиптеу, ет өнімділігі.

I. S. Beishova¹, A. S. Shamshidin², *D. K. Salimova³,

D. A. Gritsenko⁴, M. Kh. Shamekova⁵

^{1,2,3}West Kazakhstan Agrarian Technical University

named after Zhangir Khan,

Republic of Kazakhstan, Uralsk;

^{4,5}Institute of Plant Biology

and Biotechnology,

Republic of Kazakhstan, Almaty.

Received 04.11.25.

Received in revised form 05.11.25.

Accepted for publication 13.11.25.

MODERN GENETIC APPROACHES TO THE STUDY OF BREED AND PRODUCTIVE TRAITS OF KAZAKH HORSES

*The present study aimed to assess the genetic structure, diversity level, and perform a genome-wide association study (GWAS) of economically important traits – live weight and body size – in indigenous horse breeds of Kazakhstan. Biological samples were collected from more than 2,000 Kazakh horses (breeds Mugalzhar, Kushum, Kostanay, Zhabe, Aday, and others). Genotyping was carried out using the Equine80k SNP array, and data processing included PCA, ADMIXTURE, and the calculation of heterozygosity and *Fst* indices.*

The overall Kazakh horse population demonstrated a high level of within-population genetic diversity and almost complete absence of inbreeding, as confirmed by the close values of expected and observed heterozygosity. The interbreed differentiation indices ($F_{st} < 0.005$) were extremely low, indicating genetic homogeneity and the existence of a single admixed landrace genetically close to Mongolian and Tuvan horses.

Additional analysis of the Zhabe type revealed traces of hybridization with Thoroughbred horses and the differentiation of a separate breeding line, «Zhetysu Asyly.» The conducted GWAS successfully identified 81 SNPs associated with body size and 84 SNPs related to live weight, including markers located in the CFI, DLG2, KIT, LCORL, and MSTN genes, confirming the presence of significant genetic determinants of economically valuable traits.

In conclusion, Kazakh horses possess a considerable genetic reserve and adaptability; the identification of SNP markers provides direct prospects for developing molecularly-based breeding programs aimed at improving productivity and the rational use of the gene pool of indigenous breeds.

Keywords: Kazakh horse, indigenous breeds, selection, SNP genotyping, meat productivity.

SRSTI 68.41.49

<https://doi.org/10.48081/JKHT2079>

L. N. Kassymbekova¹, *K. K. Jumatayeva², L. M. Ussenova³, U. E. Shampatova⁴, R. A. Zhaxalykov⁵

^{1,2,3,4}Toraighyrov University,

Republic of Kazakhstan, Pavlodar;

⁵Veterinary Station of Petropavlovsk,

Republic of Kazakhstan, Petropavlovsk

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7442-5680>

²ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8548-9786>

³ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5105-1041>

⁴ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-1607-4394>

⁵ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7044-7244>

*e-mail: turlybekova.kumis@mail.ru

IDENTIFICATION OF PATHOLOGIES OF THE REPRODUCTIVE SYSTEM IN CATTLE

The study aims to detect early signs of vapor formation and reproductive system pathologies in farm animals at the Asylytas farm in Pavlodar region. Cattle, horses, and pigs are the focus of the research. During the period from 2021 to 2022, we studied two breeds of cattle: Crimean Red and Simmental, totaling 100 animals.

In the course of our work, we used traditional clinical and ultrasound diagnostic techniques, including the PS-301 veterinary ultrasound scanner, to conduct a thorough examination of each animal.

The aim of the study was to identify pathological conditions of the reproductive systems of cattle, which allowed us to determine the best time for fertilization, diagnose the stages of the reproductive cycle, and monitor the state of embryo development. Ultrasound has proven to be a highly effective tool for early diagnosis, accurately detecting internal organ pathologies, monitoring reproductive organ health, and tracking the recovery of animals during treatment.

Due to its objectivity, effectiveness, and cost-efficiency, the ultrasound method is recommended for use in animal husbandry practices. It enables accurate diagnosis of pregnancy and reproductive conditions, significantly enhancing the productivity of livestock farming.

The results obtained confirm the importance of ultrasound diagnostics in modern veterinary care. It improves the management of animal reproduction and helps to detect abnormalities at an early stage, thus improving the efficiency of animal husbandry.

Keywords: biologically active points, pregnancy, estrous cycle, ultrasound examination, piezoelectric effect phenomenon

Introduction

Ultrasound diagnostics is a very informative and completely safe examination that allows you to determine with high accuracy the state of the internal organs of animals-to assess the size, structure of the studied organs, features of the shape and location of organs, developmental anomalies, to identify foci of inflammation, dystrophic changes in the tissues of internal organs, vascular pathologies, malignant tumors, gallstones in the gallbladder and its ducts. This is the most accessible and highly informative method of diagnostics in gastroenterology. Since ultrasound is completely safe, it can be used repeatedly in a short period of time. The examination of all organs takes place through the abdominal wall and takes about 15–20 minutes [1, p. 1676–1684]

By using this ultrasound diagnostic method, even the smallest foci of pathology can be detected, allowing for the early diagnosis of many diseases before clinical symptoms appear [2, p. 837–841].

This method has many advantages: it is absolutely safe and painless. This neither involves skin damage nor requires the use of toxic drugs. In addition, veterinary ultrasound can be performed any time in a row. With the help of ultrasound, the veterinarian will be able to confirm the diagnosis, conduct a preventive examination of the internal organs of the animal. Using an ultrasound machine, the doctor can see not only a static picture, but also the activity of internal organs in motion [3, p. 482–488].

If it is necessary to determine the degree of damage or development of the disease, an experienced veterinarian will prescribe an ultrasound diagnosis to the animal, if additional examination is required for diagnosis. Also, ultrasound examination is carried out during pregnancy of the animal. With its help, the number of fetuses in the uterus is determined, possible pathologies of development are identified, and the viability of the embryo is assessed [4, pp. 232–241].

Ultrasound has many uses in veterinary medicine. The most common is the study of the abdominal cavity. The veterinarian will determine the presence of free fluid, tumors, abscesses, and cysts in the abdominal cavity. Also, during the examination, there is an increase in lymph nodes, structural changes in organs and tissues [5, pp. 1046–1052].

When examining the urinary system, it is possible to determine its obstruction or frequent excretion of urine. Stones or sand in the bladder and kidneys, thickening of the walls of the bladder, its damage. Allows to identify changes in the shape, structure of one or two kidneys [6, pp. 01–11].

During the study of the genital system, inflammatory diseases of the uterus, ovarian cysts are diagnosed in female cattle. Also conducts research during pregnancy. In male cattle, hyperplasia, neoplasms and other pathologies of the prostate and fetal tract are diagnosed. Ultrasound is widely used in cardiology. Ultrasound examination of the heart allows you to determine the pathology of the valves. Myocardial hypertrophy and its degree. The presence of contractility, pericardial pathologies and tumors in the heart area. Abdominal ultrasound of small domestic animals allows for the diagnosis of diseases of the hepatobiliary system. For example, hepatitis, cholecystitis, pancreatitis, stones in the gallbladder or other pathologies. As well as gastritis, gastroduodenitis, inflammatory bowel diseases and other pathologies. An ultrasound scan of the abdominal cavity can detect the presence of foreign bodies in the gastrointestinal tract [7, pp. 116–121].

Ultrasound diagnostics can be useful in the treatment of diseases of the musculoskeletal system. Examination of the neck is another common ultrasound method, especially for assessing sections of the thyroid gland. Examination of the eyeball helps to assess the condition of the eyes in animals with cataracts. Non-cardiological ultrasound of the chest allows you to diagnose diseases of the pleura and lungs [8, pp. 1334–1341; 9, pp. 265–281].

Correct and timely diagnosis using the ultrasound method will allow the veterinarian to quickly start treating the animal [10, pp. 260–266].

Materials and methods

The principle of operation of the ultrasound machine is based on the operation of ultrasonic waves. Another name for the method – echography – accurately reflects the behavior of the machine. The device transmits ultrasonic waves to the animal's internal organs and then evaluates their echoes, i.e., the reflection of the tissues. Tissues with different densities reflect ultrasound waves differently. The resulting data is converted into a picture on the monitor, which shows the location of the organs, their structure and dimensions. The specialist will be able to monitor the activity of organs in real time. This allows us to draw conclusions about the proper functioning of certain systems of the animal body. By comparing the data obtained with the established norms, the veterinarian will be able to identify the pathology and make an accurate diagnosis.

Real-time ultrasound has been a method of early pregnancy diagnosis with many veterinarians. With this method, an ultrasound transducer is inserted into

the cow's rectum and receives an image of the reproductive structures, fetal and fetal layers on a fixed screen or monitor.

The ultrasound examination of the uterus in cows at the «Asyltas» farm is aimed at determining the stage of the estrous cycle in non-pregnant cows or identifying the pregnancy stage in cattle grazing semi-intensively on pasture.

5 adult heads of 2–5-year-old local cattle with a body weight of about 200–400 kilograms were used. These animals underwent a physical examination. After palpation, the reproductive organ was visualized using real-time ultrasound scanning with a 7.5 MHz linear matrix transducer. The reproductive organ of each, especially the pregnant uterus, was scanned longitudinally to assess its echostructure.



Figure 1 – Artificial insemination in cows

There is a linear probe that is inserted into the cow's rectum by the veterinarian's hand. There are also convex probes that allow the ultrasonic probe to reach detail and image depth. A convex probe can be used with ultrasound probes that have an extension structure.

Compared to rectal palpation, pregnancy is easier to detect using ultrasound. Many specialists learn to accurately determine the pregnancy after 45 days with a few exercises.

Learning to recognize non-pregnant reproductive pathways is the most difficult task. Experienced operators can determine pregnancy with an accuracy of up to 85 % 25 days after serving and a high accuracy of up to 30 % on the 30th day of pregnancy (> 96 %).

Results and Discussion

Gynecological diseases such as endometritis, ovarian hypofunction, and ovarian cysts were detected in 30 heads of cows in the conditions of the «Asyltas» farm.

Endometritis is an acute inflammation of the uterine mucosa, often of a purulent-catarrhal nature, that occurs due to poor housing conditions and violations of sanitary and hygiene standards in livestock facilities. Endometritis occupies an important place among obstetric and gynecological pathologies in cows and leads to temporary or permanent infertility.

The success of the treatment of cows with endometritis depends on their form, which corresponds to the nature of the inflammatory process in the uterus. In this regard, the degree of incidence of various types of endometritis and metritis in cows was studied.

It turned out that purulent-catarrhal endometritis is 89.9 % (86.1–94.7 %) of all sick animals, catarrhal endometritis is 3.8 % (1.9–4.8 %), fibrinous – 4.3 % (2.7–5.8 %). Necrotic metritis takes 1.8 % (0.7–2.8%). For the entire period of the study, one case of gangrenous metritis was recorded on the farm, which is 0.2 % of sick animals.

In cattle, prolonged anestrus is usually caused by functional disorders of the ovaries, which typically manifest as ovarian hypofunction, cysts, and persistent corpus luteum.

In addition to determining pregnancy, ultrasound provides excellent information to the manufacturer. This technology can determine the viability of the fetus, the presence of several embryos, the age of the fetus, the date of calving, and sometimes fetal defects. Experienced ultrasound specialists can determine the sex of the fetus when performing an ultrasound from 55 to 80 days of pregnancy. Information about reproductive health or other health problems in cows can also be evaluated (Figure 2).



Figure 2 – Detection of pregnancy

Specialists without special education should not try to use ultrasound visualization to diagnose pregnancy.

People who decide to do ultrasound as a method of checking for pregnancy should do the following:

1 Before starting work, the equipment's battery should be charged, and an additional charged battery should be carried along.

2 To optimize imaging and improve diagnostic accuracy, it is necessary to configure the equipment and adjust the display settings. Direct sunlight can make screen interpretation difficult, so if rooms are open and not closed, a temporary structure such as a tarp should often be placed over the screen to make the results easier to read.

3 Veterinary quality rubber gloves should be worn. Ultrasound is usually done with the left hand.

4 You can wear veterinary quality latex gloves on hand with sleeve. It is helpful to attach a plastic sleeve to the garment to make sure the sleeve is properly positioned and secured. A pair of clamps or rubber bands will be a good result.

5 Obstetric oil should be applied to the probe with each palpation. Lubrication helps to get a clear image on the screen and makes it easier to insert into the cow's rectum.

6 The hand and sensor must be carefully inserted into the rectum. Once inside the rectum, it is necessary to press firmly, but carefully. Slow, soft sliding movements from one side to the other help to capture the environment of the uterus, reproductive structures and images of pregnancy.

7 In most cases, it is not necessary to change its sleeves and gloves for each cow. However, if the cow has blood or other secretions, you should only change the sleeve and gloves immediately and perform an ultrasound examination of other cows. Some diseases, such as anaplasmosis and lymphoma, can be transmitted through fluids in the sleeves and probe. When conducting ultrasound examinations of herds with these diseases, gloves should be changed for each cow, the probe should be cleaned with a mild disinfectant solution and rinsed several times with water before examining each cow. To improve the health and management methods of the herd, it is necessary to consider changing gloves from time to time to reduce the spread of the disease.

9 Record information on the animal's identification and pregnancy status, summarizing it in the registration forms of your choice.

If an ultrasound method is chosen to examine cows, several important points should be observed.

– First, it is necessary to work calmly with cows and remain calm to avoid possible loss of pregnancy.

– Secondly, cows must be properly tied to prevent injury to the handler, damage to the ultrasound machine and probe, injury to the cow and fetus. Care must be taken when working with the ultrasound machine and probe. Touching the probe to a hard object, such as a floor, or dropping the probe on a hard surface can damage and even destroy the ultrasonic probe. Good ultrasound images cannot be obtained with damaged probes and repairing or replacing probes costs thousands of dollars.

– Thirdly, the internal tissues of the body are fragile and subject to damage or additional damage by the ultrasound specialist. When entering the rectal cavity and obtaining images of the uterine environment, it is always necessary to exercise caution.

Care must be taken when placing and moving the probe.

– Fourth, many ultrasonic devices now work on batteries. During pregnancy testing, it is recommended to have an additional fully charged battery at hand.

Probes with an extension eliminate the need to insert a hand into the rectum. They are safe, effective and easy to use. In addition, a pregnancy of 60 to 150 days is easily detected by the convex probe used in the extender. To use ultrasonic technology with extension and convex probe, the probe must be

inserted into the extension handle and the extension handle must be lubricated. The right hand is then used to gently insert the probe into the rectum.

In ultrasound examination using an extended probe, detecting pregnancy after six months and beyond may be challenging. This is because the fetus is deep in the uterus and the weight of the fetus pulls the uterus into the pelvic cavity. At this stage, it is not easy to determine pregnancy with an extension probe, and when she is pregnant, the cow can be mistaken for a barren cow. Additionally, deep-bodied cows, older cows, and obese cattle make it even more difficult to detect pregnancy at six months or later using an extender. To do this, various methods are needed to determine late pregnancy.

In large cows with late pregnancy, the extension handle must be inserted until it stops. The extender can then be lowered into the pregnancy area, which is often in the lower right quadrant of the womb. To detect late stages of pregnancy, it may be necessary to lift the handle strongly and turn the probe from one side of the uterus to the other. Keep in mind that the pregnant uterus is usually located on the right side of the rumen. To increase accuracy, the probe is moved so that it is above the right edge of the pelvis. When pressing the extender on the cow's rectum, the probe handle must be raised with the extender. This method allows you to push the ultrasound probe over the edge of the pelvis and detect pregnancy late.

We examined five cows for pregnancy detection using the rectal method and an ultrasound device, first through clinical rectal examination (manual palpation via the rectum), followed by ultrasound scanning.

If an ultrasound method is chosen to examine cows, several important points should be observed.

- First, it is necessary to work calmly with cows and remain calm to avoid possible loss of pregnancy.

- Secondly, cows must be properly tied to prevent injury to the handler, damage to the ultrasound machine and probe, injury to the cow and fetus. Care must be taken when working with the ultrasound machine and probe. Touching the probe to a hard object, such as a floor, or dropping the probe on a hard surface can damage and even destroy the ultrasonic probe. Good ultrasound images cannot be obtained with damaged probes and repairing or replacing probes costs thousands of dollars.

- Thirdly, the internal tissues of the body are fragile and subject to damage or additional damage by the ultrasound specialist. When entering the rectal cavity and capturing images of the uterine environment, it is always important to exercise caution. Care must be taken when placing and moving the probe.

- Fourth, many ultrasonic devices now work on batteries. During pregnancy testing, it is recommended to have an additional fully charged battery at hand.

Pregnancy ranged from 16 to 100 days, counted from the first day after fertilization. To clarify the diagnosis, the animals were re-examined by an ultrasound machine until the fetus and its heartbeat or placenta were detected on the screen.

During the ultrasound examination, amniotic fluid, fetus and the beat of its heart from 31–35 days, fetal layers, placentomes, limbs, fetal organs were detected. From 16 to 25 days, you can see the beginning of the formation of the fetal vesicle, and due to its small size (5 mm), it is difficult to identify the embryo.

On days 26–30, the fetal vesicle is clearly visible, the fetus itself can be measured (10 mm long). From the 31st to the 35th day, it is possible to determine the size of the fetus (12–15 mm), the number of embryos, as well as heart contractions. On days 36–40, the amount of amniotic fluid increases, the size of the fetus is 30–50 mm and its amniotic sac is visible.

Cephalization is observed. From the 41st–50th day, placentomes can be detected, the dimensions of which are 60–70 mm, the movement of the embryo, the organs are differentiated.

Day 51–60 is characterized by an increase in the size of the embryo to 80–100 mm and its organ differentiation. On days 60–80, the size of the fetus is 11–13 cm, all organs are clearly marked. On days 81–90, the embryo size is 12–16 cm, the skeleton is clearly marked. On days 91–100, the size of the fetus is 15–20 cm, the organs are structurally formed.



Figure 3 – A cattle embryo at the stage of 3–4 months of pregnancy

With an increase in the gestational age, the accuracy of ultrasound examination increases and reaches 100 % in 36–40 days. The accuracy of rectal examinations on average reaches 63.3 ± 6.6 % for 5 cows, and the ultrasound method – 91.2 ± 4.25 %. The correlation coefficient between ultrasound and rectal method is 0.79. With ultrasound, questionable results (%) are on average 2.9 ± 1.84 %, and with the rectal method – 23.8 ± 6.07 %.

An important role in successfully solving the problem of increasing the reproduction of young animals is played by the timely and reliable diagnosis of pregnancy in animals.

Currently, specialists use the rectal method to determine pregnancy in cows and mares, while external palpation is used for sheep. However, the significant disadvantages of the rectal method for pregnancy diagnosis in animal husbandry include its complexity and difficulty, the need for a long period to develop practical skills, the subjectivity of assessment, and the risk of early pregnancy loss in cows and mares due to mechanical impact on the reproductive organs.

The development of biophysics, in particular ultrasound techniques, makes it possible to use their achievements to develop modern methods for diagnosing pregnancy, among which the most suitable for animal husbandry are ultrasound and especially ultrasound. The main advantage of this method is its speed, simplicity, and ability to detect pregnancy at early stages. It allows the use of ultrasound devices both in pastures and clinics, ensuring objective results with high accuracy.

The conducted studies demonstrated that ultrasound diagnostics can detect pregnancy at an early stage, 16–20 days after successful fertilization, by identifying the embryonic vesicle in the ovarian region of the uterus. When using the rectal (manual) method at the same stages of pregnancy, it cannot be detected.

In addition, it is dangerous to use the rectal method in the early stages of pregnancy, since the death of the fetus is possible as a result of manipulations. The accuracy of the methods used increased directly depending on the period of pregnancy. The results of the study show that pregnancy in cows can be established for 16–20 days, and the accuracy of the study by ultrasound was 55.0 %, and by rectal method – 35.2 %.

With increasing pregnancy, the accuracy of ultrasound examination increases and reaches 100 % on 36–40 days of pregnancy, while in rectal examination it is only 59 %. There were 513 heads. The accuracy of rectal studies is on average in the group of 63.7 ± 6.6 %, and the ultrasound method reaches 91.2 ± 4.25 % (the accuracy of the methods obtained is statistically reliable when the P value is very high). The correlation coefficient between ultrasound and rectal method is – 0.79.

Studies have shown that during pregnancy, it is possible to mark the beginning of the formation of the amnion within 16–25 days, and it is difficult to determine due to the small size of the embryo (5 mm). With the development of pregnancy (26–30 days), the shape of the fetal bladder acquires a pronounced shape, and the embryo can be measured (10 mm). During the fetal period (31–35 days), it is possible to determine the size of the fetus (12–15 mm) and their number (with a large number of fetuses), registration of navels, heart contractions, the diameter of the water shell 3–5 cm. On days 36–40 of pregnancy, the amount of amniotic fluid increases, the size of the fetus is 30–50 mm and its amniotic sac is clearly visible.

By days 41–50 of pregnancy, the size of the placenta (20–40 mm) can be determined, fetal movement is observed, and fetal organs become distinguishable. The completion of the pre-fetal stage (days 51–60 is characterized by an increase in fetal size (80–100 mm) and further organ differentiation. By days 60–80, the fetus reaches a size of 110–130 mm, with all organs clearly defined.

The results of ultrasound were compared with the anatomical method of examining the ovaries. It was found that the echographic characteristics of the ovaries fully correspond to the anatomical nature, and the ultrasound method provides objective vital information about the macromorphology of these organs. These data make it possible to assess their functional state and take appropriate measures in a timely manner in case of impaired reproductive capacity.

Conclusion

Based on experiments and obtained results, it can be concluded that clinical and morphological examination of reproductive organs in cows for early pregnancy express diagnosis demonstrates the advantages of ultrasound over clinical methods. The use of ultrasound equipment allows for rapid, objective, and highly accurate (up to 100 %) diagnosis, providing greater efficiency for both researchers and animals.

According to the results of studies, it can be noted that it is impossible to determine the pathology of the internal organs of the genitals on the basis of rectal examination. Because not all symptoms of a particular pathology can be registered. Therefore, the use of modern diagnostic tools (ultrasound) makes it possible to visually see the state of the examined organs, correctly diagnose pathology and monitor the dynamics of animal recovery in the process of treatment.

The general patterns of ultrasound imaging of the reproductive system organs in cows with varying echogenicity of the ovaries and uterus were identified, along with species-specific characteristics of ultrasound scans, including the morphometric parameters of the ovaries, follicles, corpus luteum, and uterus.

The ultrasound method allows you to diagnose the pregnancy of cows within 16–20 days after fertilization with 55 % certainty, and after 1 month – 99–100 %.

Clinical and morphological changes in the uterus and ovaries due to various physiological conditions and gynecological pathologies correspond to the changes obtained as a result of ultrasound examination by the clinical method.

With high reliability, the ultrasound method allows you to determine the stages of the estrous cycle, the features of embryo- and fetogenesis, determine the morphological characteristics of the genitals and make a differential diagnosis of gynecological diseases.

Based on a comparative analysis of various methods of diagnosing pregnancy, the advantages of ultrasound scanning in determining early pregnancy are proved, the most sensitive, accurate, operational, affordable, the possibility of its use in the field and the safety of animals and maintenance personnel are shown.

The use of modern diagnostic tools (ultrasound) makes it possible to visually see the state of the examined organs, correctly diagnose pathology and monitor the dynamics of animal recovery in the process of treatment.

In animal husbandry practice, we recommend using the ultrasound method for the earliest, most objective, rapid, and cost-effective diagnosis of pregnancy and the stage of the estrous cycle. This approach helps determine the optimal timing for insemination and study embryogenesis as well as the condition of reproductive organs in both normal and pathological cases.

REFERENCES

- 1 Oliveira, M. C., Ramos, A. T., Cunha, I. M., Nunes, G. S., Chenard, M. G., De Assunção Nogueira, V., Helayel, M. A. Cattle and sheep diseases diagnosed in the State of Tocantins – Brazil. *Acta Scientiae Veterinariae*, 2019, 47(1). – PP. 1676–1684. <https://doi.org/10.22456/1679-9216.95717>
- 2 Silva, W. J., Guizelini, C. C., Franco, G. L., Veiga, R. C. P., Arruda, W. G., Nascimento, V. A., Lemos, R. A. A. Cobalt deficiency in cattle and its impact on production. *Pesquisa Veterinaria Brasileira*, 2020, 40(11). – PP. 837–841. <https://doi.org/10.1590/1678-5150-PVB-6770>
- 3 Stalb, S., Hiller, E., Rau, J., Eisenberg, T., & Sting, R. Pathological significance of *helicobacter ovis* and *helicobacter kunzii* in veterinary medicine. // *Berliner Und Münchener Tierärztliche Wochenschrift*, 2018. – 131(11–12). – PP. 482–488. <https://doi.org/10.2376/0005-9366-17106>
- 4 Ibrahim, H. H., Jesse, F. F. A., Abba, Y., Chung, E. L. T., Marza, A. D., Haron, A. W. Saharee, A. A. Clinical and histopathological study on reproductive lesions caused by *pasteurella multocida* type B2 immunogens in buffalo heifers. // *Bulgarian Journal of Veterinary Medicine*, 2018. – 21(2). – PP. 232–241. <https://doi.org/10.15547/bjvm.969>

5 Garmashov, S. Y. Extracts of Medicinal Plants for Preventing Postnatal Complications in Cows. // *Bioscience Biotechnology Research Communications*, 2021. – 14(3). – PP. 1046–1052. <https://doi.org/10.21786/bbrc/14.3.22>

6 Garmashov, S. Y., Konstantinova, O. B., Popova, L. V. Influence of Medicinal Plant Extracts on Prevention of Cattle Postpartum Complications. // *Revista Electronica de Veterinaria*, 2020. – 21(4). – P. 01–11.

7 Yilmaz, Ö., Rişvanli, A. İneklerde Postpartum Dönemdeki Hastalıklarda Sitokin Düzeyleri. // *Erciyes Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi*, 2021. – 18(2). – P. 116–121. <https://doi.org/10.32707/ercivet.953201>

8 Ivanov, A., Ignat'ev, V., Andreeva, A., Nikolaeva, O., & Ilyasova, Z. Opportunistic Microorganisms in the Etiology of Nonspecific Andrological Diseases of Cattle and Comparative Effectiveness of Antibacterial Drugs. // *Advances in Animal and Veterinary Sciences*, 2021. – 9(9). – PP. 1334–1341. <https://doi.org/10.17582/journal.aavs/2021/9.9.1334.1341>

9 Youssef, M., El-Ashker, M., El-Sayed, A., Ibrahim, F., & Awad, M. Hepatic Ultrasonography and Biochemical Alterations in Barki sheep under negative energy balance. // *Egyptian Journal of Chemistry and Environmental Health*, 2016. – 2(2). – P. 265–281. <https://doi.org/10.21608/ejceh.2016.248059>

10 Plotko, T. S. Use adaptogens to increase the resistance and vassos-rivalino capacity of cows in the area of radioactive contamination in the conditions of KYIV polesie. // *Animal Breeding and Genetics*, 2017. – 53. – P. 260–266. <https://doi.org/10.31073/abg.53.36>

Received 24.10.25.

Received in revised form 31.10.25.

Accepted for publication 10.11.25.

Л. Н. Қасымбекова¹, *К. Қ. Джуматаева², Л. М. Усенова³,
У. Е. Шампатов⁴, Р. А. Жақсылықов⁵

^{1,2,3,4}Торайғыров университеті,

Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.;

⁵«Петропавл Қаласының Ветеринарлық Станциясы»

ММ Ветеринарлық комитеті,

Қазақстан Республикасы, Петропавл қ.

24.10.25 ж. баспаға түсті.

31.10.25 ж. түзетулерімен түсті.

10.11.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ІРІ ҚАРА МАЛДЫҢ РЕПРОДУКТИВТІ ЖҮЙЕСІНІҢ ПАТОЛОГИЯСЫН АНЫҚТАУ

Бұл зерттеу Павлодар облысындағы «Асылтас» шаруа қожалығында ірі қара малдың, жылқының, шошқаның және басқа да жануарлардың буаздылығын ерте анықтауға және олардың репродуктивті жүйесіндегі патологияларды зерттеуге бағытталған. Зерттеу барысында буаздықты диагностикалаудың дәстүрлі клиникалық трансректальды әдістері және заманауи ультрадыбыстық зерттеу әдістері қолданылды. Сондай-ақ, ультрадыбыстық зерттеулер арқылы жануарлардың ішкі ағзаларын зерттеудің ерекшеліктері анықталды.

«Асылтас» шаруа қожалығында зерттеулер 2021–2022 жылдар аралығында жүргізілді. Зерттеуге қырдың қызыл және симментал тұқымының жалпы саны 100 сиыр алынды. Шаруашылықтағы сиырлардың 75%-ы қолдан ұрықтандырылады. Зерттеулерде PS-301V ветеринарлық ультрадыбыстық сканері қолданылды.

Зерттеу нәтижелері ультрадыбыстық зерттеу әдісінің ауылишаруашылық жануарларының репродуктивті жүйесіндегі патологияларды және буаздылықтың мерзімін ерте анықтауға тиімді екенін көрсетті. Ультрадыбыстық әдіс арқылы ішкі ағзалардың жағдайын көрнекі түрде бақылауға, патологияларды дұрыс диагностикалауға және емдеу кезінде жануарлардың сауығу динамикасын бақылауға мүмкіндік береді.

Бұл әдіс мал шаруашылығында буаздылықты, жыныстық цикл сатыларын, эмбриогенезді және патологияларды ерте, объективті және үнемді диагностикалау үшін ұсынылады. Оның нәтижесінде жануарлардың репродуктивті жүйесіндегі ақауларды уақтылы анықтап, өнімділікті арттыруға және жануарлар денсаулығын жақсартуға болады.

Кілтті сөздер: ультрадыбыстық зерттеу, буаздық, жыныстық цикл, пьезоэлектрлік эффект құбылысы, биологиялық белсенді нуктелер.

Л. Н. Касымбекова¹, *К. К. Джуматаева², Л. М. Усенова³,
У. Е. Шампатов⁴, Р. А. Жаксылыков⁵

^{1,2,3,4}Торайғыров университет,

Республика Казахстан, г. Павлодар;

⁵Комитет ветеринарии ГУ

«Ветеринарная станция г. Петропавловска»,

Республика Казахстан, г. Петропавловск.

Поступило в редакцию 24.10.25.

Поступило с исправлениями 31.10.25.

Принято в печать 10.11.25.

ВЫЯВЛЕНИЕ ПАТОЛОГИЙ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ У КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Исследование направлено на выявление ранних признаков пареообразования и патологий репродуктивной системы у сельскохозяйственных животных на ферме «Асылтас» в Павлодарской области. В центре внимания исследования – крупный рогатый скот, лошади и свиньи. В период с 2021 по 2022 год мы изучали две породы крупного рогатого скота: крымскую красную и симментальскую, общей численностью 100 голов.

В ходе нашей работы мы использовали традиционные клинические и ультразвуковые методы диагностики, включая ветеринарный ультразвуковой сканер PS-301, для проведения тщательного обследования каждого животного.

Целью исследования было выявление патологических состояний репродуктивной системы крупного рогатого скота, что позволило нам определить наилучшее время для оплодотворения, диагностировать этапы репродуктивного цикла и следить за состоянием развития эмбрионов. Ультразвук зарекомендовал себя как высокоэффективный инструмент для ранней диагностики, точного выявления патологий внутренних органов, мониторинга здоровья репродуктивных органов и отслеживания выздоровления животных во время лечения.

Благодаря своей объективности, эффективности и экономичности ультразвуковой метод рекомендован для использования в практике животноводства. Он позволяет проводить точную диагностику состояния беременности и репродукции, что значительно повышает продуктивность животноводства.

Полученные результаты подтверждают важность ультразвуковой диагностики в современной ветеринарии. Это улучшает управление воспроизводством животных и помогает выявлять отклонения на ранней стадии, тем самым повышая эффективность животноводства.

Ключевые слова: биологически активные точки, беременность, эстральный цикл, ультразвуковое исследование, феномен пьезоэлектрического эффекта.

МРНТИ 62.33.29

<https://doi.org/10.48081/LVHG2469>

***Э. А. Собралиева¹, А. Ю. Джамалова²**

^{1,2}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

«Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова»,

Чеченская Республика, г. Грозный.

¹ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7538-5895>

²ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-1792-1311>

*e-mail: elissobr@inbox.ru

ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ КУЛЬТИВИРОВАНИЯ НОВЫХ СОРТОВ ВИНОГРАДА IN VITRO

В статье представлены результаты изучения влияния питательных сред от различных авторов на процессы регенерации эксплантов и размножения новых сортовых форм винограда 8-11-4-7 [(Дружба х Платовский) х Кристалл] х Мускат платовский (Дружба х Платовский и 11-30-4-15 (Пухляковский х Платовский) х Изумруд (Донус х Платовский). В работе рассмотрены питательные среды Т. Мурасиге и Ф. Скуга (1962 г.), Ф. Уайта (1943 г.), Т. Эриксона (1965 г.), Дж. Нитча (1969 г.) с различными концентрациями витаминов и гормонов, а также определен эффективный стерилизующий раствор на этапе введения в культуру in vitro. На этапе укоренения были установлены оптимальные концентрации и сочетания регуляторов роста растений ауксиновой группы. Так для сред ER и MS наиболее эффективной является концентрация ИУК 0,5 мг/л, а для питательных сред White и Nitsch лучшие результаты ризогенеза получены при концентрации ИУК – 1 мг/л. Результаты опытов могут использоваться в виноградарстве при микроклональном размножении и оздоровлении посадочного материала винограда, а также при введении в культуру in vitro новых сортовых форм/сортотипов винограда.

Ключевые слова: культура клеток, in vitro, виноград, сортовая форма, размножение, асептическая культура.

Введение

Основными задачами в селекции винограда на современном этапе является создание сортов винограда с коротким периодом вегетации, устойчивых к абиотическим (морозы, заморозки, засуха) и биотическим (возбудители болезней, вредители) факторам среды, с высокой и стабильной урожайностью [1; 2].

Для создания новых высококачественных сортов винограда методом гибридизации, нами использовались лучшие селекционные достижения отечественной и зарубежной селекции межвидового происхождения: Каберне Совиньон, Ркацители, Филлоксероустойчивый «Джемете», Криулянский, Молдова и др. По комплексу хозяйственноценных признаков, был выделен ряд гибридных форм технического направления с наибольшей толерантностью к филлоксере, столового направления с повышенной устойчивостью к милдью [3].

Новые сортовые формы винограда 8-11-4-7 [(Дружба х Платовский) х Кристалл] х Мускат платовский (Дружба х Платовский) и 11-30-4-15 (Пухляковский х Платовский) х Изумруд (Донус х Платовский) (далее 8-11-4-7 и 11-30-4-15) удовлетворяют основным требованиям современных вызовов в селекции винограда в связи с нестабильными климатическими условиями. Будущие сорта имеют уникальные качества и особенности, позволяющие улучшить урожайные характеристики и устойчивость к основным болезням и вредителям без использования дополнительных обработок, что в свою очередь позволит снизить себестоимость виноградной продукции и защитить окружающую среду от пестицидной нагрузки [4].

Известно, что полученный высококачественный селекционный материал нуждается в дальнейшем размножении без возможности передачи и распространения патогенных вредных объектов (вредителей и болезнетворных вирусных, грибковых, бактериальных микроорганизмов винограда). Для такого качественного чистого размножения в некоторых случаях с оздоровлением на уровне клеток используются методы современной биотехнологии, которые уже многие десятки лет в современных сельскохозяйственных организациях используется, как промышленный метод получения здорового посадочного материала ценных сельскохозяйственных культур, в том числе и винограда. С этой целью были заложены опыты по введению в стерильную культуру новых сортовых форм винограда 8-11-4-7 и 11-30-4-15.

Патогенные микроорганизмы (бактерии, грибы, вирусы, фитоплазмы и др.) могут длительное время жить на тканях растительного экспланта паразитируя его или непосредственно в питательной среде, содержание

последнего удовлетворяет пищевые потребности практически любого вредоносного микроорганизма. При этом такое «сожительство» в одной пробирке растительного и патогенного микроорганизмов неблагоприятно сказывается на первом из них, развиваясь и причиняя вред, а также вызывая появление других болезнетворных микроорганизмов и таким образом постепенно убивает растение. Поэтому стерилизация поверхности растительного материала перед вычленением меристематических эксплантов является самым важным моментом на первом этапе применения метода *in vitro* [5].

Целью исследований было подобрать и отработать эффективные элементы при культивировании новых сортовых форм винограда 8-11-4-7 и 11-30-4-15.

Материалы и методы

Введение в культуру *in vitro* эксплантов винограда 8-11-4-7 и 11-30-4-15 осуществляли в период активного роста побегов – в июне, срезали верхушечные визуально здоровые побеги с почками – 1 см и обрабатывали различными стерилизующими веществами: гипохлорит натрия 19 % 1:2, белизна (чистящее средство) 1:2, гипохлорит кальция 20 % 1:2 и санокс (чистящее средство) 1:2. Время экспозиции 3 мин, 5 мин, 7 мин, 10 мин, 13 мин. [6]. При этом сортовые формы обозначили: Образец-1: – 8-11-4-7; Образец-2: – 11-30-4-15.

Все манипуляции с растительными тканями, вплоть до переноса на питательную среду проводили в асептических условиях «Ламинар-С» производства Lamsystems (Россия). Составы питательных сред готовились согласно прописям авторов Т. Мурасиге и Ф. Скуга (1962 г.) – MS [6], Ф. Уайта (1943 г.) – White, Т. Эриксона (1965 г.) – ER, Дж. Нитча (1969 г.) – Nitsch, автоклавирование проводилось при 120 0С в течение 45 мин на паровом стерилизаторе «ВК-75-01» (Россия). На этапе укоренения были использованы различные регуляторы роста ауксиновой группы: НУК, ИМК и ИУК в различных вариантах концентрации (0,5 мг/л; 1 мг/л; 1,5 мг/л). Исследования проводились по общепринятым методам при работе с культурой клеток и тканей [7–10], математическая и статистическая обработка проводилась с помощью программ Листомер, Биостат и Microsoft Excel. Повторность опытов – трехкратная.

Результаты и обсуждение

На этапе введения в культуру *in vitro* очень важно не передержать растительный материал в стерилизующем растворе, так как ткани растения могут повредиться из-за высокой концентрации токсичных соединений в составе стерилизующих растворов.

Таблица 1 – Эффективность применения стерилизующих растворов при микрклональном размножении новых сортовых форм винограда

Варианты стерилизации	Инфицированность при различных экспозициях							
	3 мин		5 мин		10 мин		13 мин	
	Образец-1	Образец-2	Образец-1	Образец-2	Образец-1	Образец-2	Образец-1	Образец-2
гипохлорит Na 19%	67	61	45	44	15	13	*_	*_
белизна	63	66	31	42	9	11	*_	*_
гипохлорит Ca 20 %	76	78	45	40	16	12	*_	*_
Санокс	65	69	37	38	22	19	7	9

*Примечание: инфицированность выражена в %, «-» – гибель эксплантов, n=15

Таким образом, при стерилизации растительного материала винограда на этапе введения в культуру *in vitro* наименьший процент инфицированности показал второй вариант с применением белизны при экспозиции 10 мин и вариант с использованием средства санокс.

Также важно отметить, что при экспозиции 13 мин, экспланты, кроме варианта санокс были не жизнеспособны, высыхали и в итоге погибали через пару дней после посадки в пробирки.

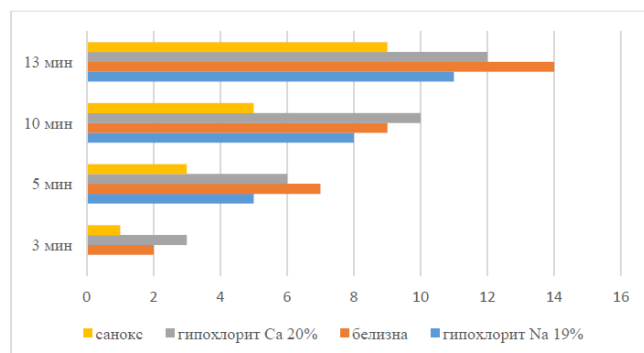


Рисунок 1 – Сравнительная характеристика приживаемости эксплантов при использовании различных стерилизующих растворов для новых сортовых форм винограда, n=15

По результатам учета приживаемости на 30 день после посадки эксплантов винограда подобран эффективный стерилизующий раствор с максимальной приживаемостью при введении в культуру *in vitro* с 93 % стерильных и жизнеспособных микрорастений винограда – белизна (при экспозиции 10 мин). Были проведены исследования по определению влияния различных питательных сред на рост и развитие винограда 8-11-4-7 и 11-30-4-15. При использовании питательной среды Т. Эриксона было отмечено, что экспланты показывают хорошие результаты регенерационной активности. Биометрические показания развития микропобегов приведены: на 15 день после посадки, на 35 день и на 60 день (рисунок 2).

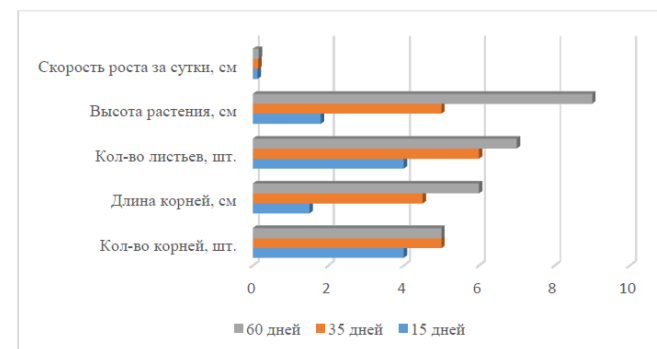


Рисунок 2 – Влияние питательной среды Т. Эриксона на регенерационную активность эксплантов винограда на 15, 35, 60 дни

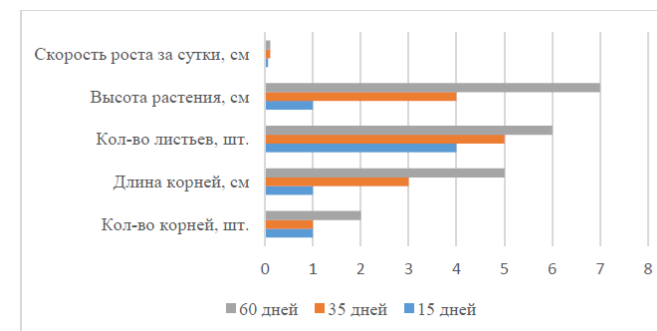


Рисунок 3 – Влияние питательной среды Ф. Уайта на регенерационную активность эксплантов винограда на 15, 35, 60 дни

При использовании варианта с питательной средой Т. Эриксона была отмечена высокая динамика развития корневой системы, как по количеству корневых ответвлений – 5 шт., так и по их длине – 6 см, а также по площади ризогенезной зоны корня – 35 см. При этом, развитие вегетативной надземной части микрорастения на 60 день посадки был на достаточно высоком уровне, так высота составила – 9,0 см, количество листьев – 7 шт., и скорость роста – 0,15 см/сут.

Питательная среда Ф. Уайта – рисунок 3 на этапе микроразмножения и регенерации показала следующие результаты: кол-во корней – 2 шт, длина корней – 5 см, количество листьев – 6 шт., высота растения – 7 см, скорость роста – 0,11 см/сутки. Эти показатели ниже, чем при использовании питательной среды Т. Экриксона, данные, полученные при посадке виноградных эксплантов на питательные среды представлены на рисунке 4.

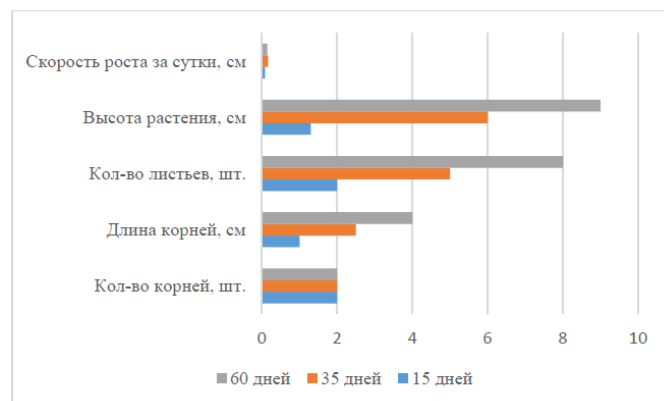


Рисунок 4 – Влияние питательной среды Дж. Нитча на регенерационную активность эксплантов винограда на 15, 35, 60 дни

Вариант использования питательной среды Дж. Нитча, свидетельствуют о слабом развитии эксплантов винограда, вероятно это связано с отсутствием в составе классической среды ростовых веществ цитокининовой группы. Также, стоит отметить, что сама среда в большей степени подходит для культуры пыльников двудольных растений. Однако различные модификации данной питательной среды для культуры клеток растений имеют место быть более эффективными. Влияние воздействия состава питательной среды Т. Мурасиге и Ф. Скуга на регенерацию эксплантов винограда представлены на линейчатой гистограмме рисунка 5.

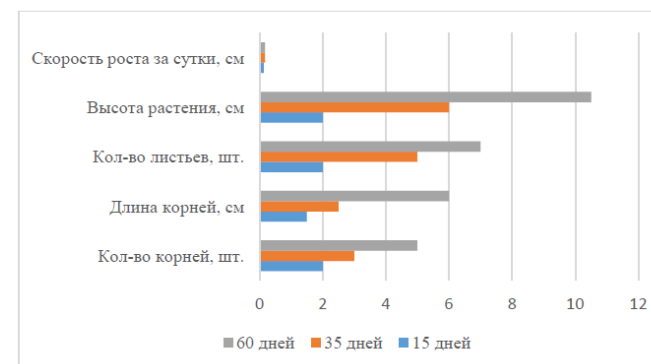


Рисунок 5 – Влияние питательной среды Т. Мурасиге и Ф. Скуга на регенерационную активность эксплантов сортовых форм винограда на 15, 35, 60 дни

Сравнительно высокой регенерационной активностью отличался состав среды на варианте с применением среды Т. Мурасиге и Ф. Скуга. Если предыдущие варианты питательных сред провоцировали развитие корневого аппарата, то происходило сдерживание развития вегетативной зеленой массы микрорастений. Использование таких сред позволит в зависимости от целей микроразмножения сорта винограда, развить в большей степени корень или надземную часть микрорастения, а вариант MS позволяет в оптимальной для растения степени развить обе части.

Таблица 2 – Влияние различных питательных сред на регенерационную активность эксплантов винограда на 60 день

Варианты питательных сред	Показатели регенерационной активности на 70 день				
	кол-во корней, шт.	длина корней, см	кол-во листьев, шт.	высота растения, см	скорость роста за сутки, см
ER	5,0	7,5	7,5	9,0	0,12
MS	5,0	7,0	9,0	12,0	0,17
White	2,0	5,0	6,0	8,0	0,11
Nitsch	2,0	4,0	8,0	10,0	0,14

Таким образом, удалось установить, что различные питательные среды, по-разному влияют на регенерационную активность на этапе

микроразмножения в зависимости от состава компонентов. При этом, среда Nitsch больше подойдет при тиражировании значительного объема растительного материала микрочеренками, так как в его классическом составе отсутствует ауксинная группа фитогормонов. И наоборот, с целью укоренения и последующей адаптации микрорастений к условиям *in vitro* целесообразно применение питательной среды ER. Отметим, что питательный состав среды MS является оптимальным вариантом в обоих случаях – количество корней, длина корней, количество листьев, высота растения и скорость роста – 5,0 шт., 7,0 см, 9,0 шт., 12,0 см и 0,17 см/сутки – соответственно.

Далее были изучены модификации сред, показавших значимые результаты различными концентрациями ростовых веществ (фитогормонов) ауксиновой группы для дальнейшего укоренения микрорастений винограда.

Были заложены опыты с такими ауксинами как НУК, ИМК и ИУК, полученные данные представлены в таблицах 3–6.

Таблица 3 – Влияние ИМК в составе питательных сред на процессы ризогенеза микрорастений на этапе укоренения винограда

Варианты пит. сред	Концентрация, мг/л								
	0,5			0,1			1,5		
	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см
ER	5,0	7,5	36,0	6,0	7,8	46,8	4,0	7,0	28,0
MS	5,0	7,0	35,0	6,2	7,5	46,5	6,0	6,0	36,0
White	2,0	5,0	10,0	3,0	6,5	19,5	2,3	5,1	11,7
Nitsch	2,0	4,0	8,0	3,5	4,7	16,5	2,0	3,0	6,0

Применение ИМК наиболее эффективно в питательной среде ER с количеством корней – 6,0 шт., длиной корней – 7,8 см, резогенезной зоной – 46,8 см и MS с количеством корней – 6,2 шт., длиной корней – 7,5 см, резогенезной зоной – 46,5 см на варианте с концентрацией 1,0 мг/л. При концентрации 0,5 мг/л, изучаемые питательные среды не дали значительных результатов, а при использовании концентрации 1,5 мг/л микрорастения ингибировали в ризогенезе.

Таблица 4 – Влияние ИУК в составе питательных сред на процессы ризогенеза микрорастений на этапе укоренения сортовых форм винограда

Варианты пит. сред	Концентрация, мг/л								
	0,5			0,1			1,5		
	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см
ER	5,0	6,0	30,0	5,0	5,8	29,0	2,0	7,0	14,0
MS	5,0	7,5	36,0	5,2	5,5	28,6	2,0	6,0	12,0
White	2,0	5,3	10,6	3,0	4,5	13,5	1,3	5,1	6,5
Nitsch	3,0	4,0	12,0	3,5	4,7	16,5	2,0	3,0	6,0

Данные таблицы 4 показывают, что на различных вариантах питательных сред эффективны различные концентрации фитогормонов, так для сред ER и MS наиболее эффективной является концентрация ИУК 0,5 мг/л, а для питательных сред White и Nitsch лучшие результаты ризогенеза получены при концентрации ИУК – 1 мг/л.

Таблица 5 – Влияние НУК в составе питательных сред на процессы ризогенеза микрорастений на этапе укоренения винограда

Варианты пит. сред	Концентрация, мг/л								
	0,5			0,1			1,5		
	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см	кол-во корней, шт.	длина корней, см	ризоген. зона, см
ER	3,0	6,0	18,0	3,0	6,8	20,4	1,7	4,6	8,0
MS	4,0	7,5	30,0	5,2	6,7	34,8	2,0	5,4	10,8
White	1,5	5,3	7,9	3,0	4,5	13,5	2,4	3,1	7,0
Nitsch	3,0	4,0	12,0	3,5	4,7	16,5	2,0	2,5	5,0

Применение нафтилуксусной кислоты для формирования и развития корневого аппарата на всех испытуемых питательных средах сравнительно высокий результат по количеству корней, по длине корней и общей ризогенезной зоне отмечен при концентрации – 1,0 мг/л. Наиболее успешно развивались микрорастения на питательном составе MS, о чем свидетельствуют данные таблицы 5.

Далее в таблице 6 представлены обобщенные результаты развития ризогенезной зоны у новых сортовых форм винограда, усредненные по сортообразцам при использовании изучаемых ауксинов на различных питательных составах.

Таблица 6 – Влияние ростовых веществ в составе питательных сред на площадь ризогенезной зоны (в см) микрорастений на этапе укоренения винограда

Варианты пит. сред	Концентрация ростового вещества					
ER	ИУК (0,5 мг/л)	30,0	ИУК (1,0 мг/л)	20,4	ИМК (1,0 мг/л)	46,8
MS		36,0		34,8		46,5
White	ИУК (1,0 мг/л)	13,5		13,5		19,5
Nitsch		16,5		16,5		16,5

Таким образом, наилучшей концентрацией изученных фитогормонов этапе укоренения при учете на 35 день была – 0,5 мг/л ИУК для следующих вариантов питательных сред – ER, MS и 1,0 мг/л ИУК для сред – White, Nitsch. Следовательно, применение ИУК было более эффективно для развития корневой системы винограда на всех вариантах питательных сред.

Выводы

Таким образом, можно заключить, что исследуемые сортовые формы 8-11-4-7 [(Дружба х Платовский) х Кристалл] х Мускат платовский (Дружба х Платовский и 11-30-4-15 (Пухляковский х Платовский) х Изумруд (Донус х Платовский) (далее 8-11-4-7 и 11-30-4-15) имели свои особенности при введении в стерильную культуру и регенерации, размножении и укоренении, однако основные этапы культуры клеток и тканей были схожи с классической технологией. При этом, удалось оптимизировать некоторые элементы на каждом из этапов, а именно:

– Подобрать эффективный состав стерилизующего раствора для введения в культуру *in vitro* сортовых форм 8-11-4-7 и 11-30-4-15 с почти 100 % стерильным и жизнеспособным растительным материалом винограда – белизна (при экспозиции 10 мин).

– Изучить влияние различных питательных сред на размножение сортовых форм 8-11-4-7 и 11-30-4-15 при посадке микропобегов. В качестве опытных питательных сред были использованы среды Т. Мурасиге и Ф. Скуга (1962 г.), Ф. Уайта (1943 г.), Т. Эриксона (1965 г.), Дж. Нитча (1969 г.) на различных этапах развития микрорастений в условиях *in vitro*, модифицируя их состав различными концентрациями ростовых веществ и витаминов. Таким образом, удалось установить, что различные питательные среды, по-разному влияют на регенерационную активность на этапе микроразмножения сортовых форм 8-11-4-7 и 11-30-4-15 в зависимости от состава компонентов. При этом, среда Nitsch больше подойдет при тиражировании значительного объема

растительного материала микрочеренками, так как в его классическом составе отсутствует ауксинная группа фитогормонов. И наоборот, с целью укоренения и последующей адаптации микрорастений к условиям *in vitro* целесообразно применение питательной среды ER. Отметим, что питательный состав среды MS является оптимальным вариантом в обоих случаях.

– Установить, что фитогормоны ИУК, ИМК и ИУК оказывают положительное влияние на регенерацию сортовых форм винограда в условиях *in vitro*. Стоит отметить благоприятное влияние ИУК на укоренение изучаемых микрорастений, так для сред ER и MS наиболее эффективной является концентрация ИУК 0,5 мг/л, а для питательных сред White и Nitsch лучшие результаты ризогенеза получены при концентрации ИУК – 1 мг/л.

Таким образом, полученные в ходе исследования данные по изучаемым средам для культивирования винограда 8-11-4-7 и 11-30-4-15 показали, что оптимальными для размножения методом *in vitro* являются твердые питательные среды ER и MS, а также их модификации с добавлением ИУК.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1 Newton, R. Newton, R. J., Funkhouser, E. A., Fong, F., Tauer, C. G. Molecular and physiological genetics of drought tolerance in forest species // Forest Ecology and Management. – 1991. – № 43. – P. 225–250.

2 Nakhforoosh, A., Grausgruber, H., Kaul H-P., Bodner, G. Dissection of drought response of modern and underutilized wheat varieties according to Passioura's yield-water framework // Plant Sci. Published online 2015. – P. 150–170.

3 Никулушкина, Г. Е., Хмырова, И. Л., Коваленко, А. Г. Новые гибридные формы винограда селекции АЗОСВИВ – потенциал отечественного виноградарства // Плодоводство и виноградарство Юга России. – № 47(05). – 2017. – С. 33–40.

4 Hassand, M. H., Omirbekova, A., Sarwari, A., Monib, A. W., Niazi, P. Microbial-Plant Interactions and Their Role in Mitigating of Oil Pollution: A Review // European Journal of Theoretical and Applied Sciences. № 2(2). – С. 11–22.

5 Собралиева, Э. А., Идрисова, М. Ш., Батукаев, С. А. Эффективность стерилизующих веществ при культивировании винограда в условиях *in vitro* // Всероссийская научно-практическая конференция студентов, молодых ученых и аспирантов «Наука и молодежь», Грозный, 29–30 ноября 2018 г. – Грозный: Чеченский государственный университет. – 2018. – С. 252–255.

6 **Собралиева, Э. А., Башуева, А. М., Эльдаров, И. Б.** Отработка новых приемов индукции подвоев и сортов яблони в культуре in vitro // Развитие современных научных исследований в области сельского хозяйства : Материалы Всероссийской научно-практической конференции, Грозный, 13 октября 2023 г. – Грозный : Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова. – 2023. – С. 97–101.

7 **Бутенко, Р. Г.** Культура изолированных тканей как метод изучения процессов роста и морфогенеза растений. М. : Наука. – 1964. – 256 с.

8 **Skoog, R., Miller, C. O.** Chemical regulation of growth and organ Formation in plant tissues cultured in vitro // Sym. Soc. Exp. Biol. – № 11. – 1957. – P. 118–130.

9 **Доспехов, Б. А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – М. : Агропромиздат. – 1985. – 351 с.

10 **Murashige, T., Skoog, F.** A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. – № 15(3). – 1962. – P. 473–497.

REFERENCES

1 **Newton, R. Newton, R. J., Funkhouser, E. A., Fong, F., Tauer, C. G.** Molecular and physiological genetics of drought tolerance in forest species // Forest Ecology and Management. – 1991. – № 43. – P. 225–250.

2 **Nakhforoosh, A., Grausgruber, H., Kaul H-P., Bodner, G.** Dissection of drought response of modern and underutilized wheat varieties according to Passioura's yield-water framework // Plant Sci. Published online 2015. – P. 150–170.

3 **Nikulushkina, G. E., Khmyrova, I. L., Kovalenko, A. G.** Novye gibridnye formy vinograda selektsii AZOSVIV – potentsial otechestvennogo vinogradarstva [New Hybrid Forms of Grapes from AZOSVIV Breeding – the Potential of Domestic Viticulture] // Plodovodstvo i vinogradarstvo Yuga Rossii. – № 47(05). – 2017. – P. 33–40.

4 **Hassand, M. H., Omirbekova, A., Sarwari, A., Monib, A. W., Niazi, P.** Microbial-Plant Interactions and Their Role in Mitigating of Oil Pollution : A Review // European Journal of Theoretical and Applied Sciences. № 2(2). – P. 11–22.

5 **Sobraliyeva, E. A., Idrisova, M. Sh., Batukaev, S. A.** Effektivnost sterilizuyushchih veshchestv pri kultivirovanii vinograda v usloviyakh in vitro [Efficiency of Sterilizing Agents in In Vitro Cultivation of Grapes] // Vserossiyskaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya studentov, molodykh

uchenikh i aspirantov «Nauka i molodezh», Grozny, 29–30 noyabrya 2018 g. – Grozny: Chechenskiy gosudarstvennyy universitet. – 2018. – P. 252–255.

6 **Sobraliyeva, E. A., Bashuyeva, A. M., Eldarov, I. B.** Otrabotka novyh priemov induktsii podvoyev i sortov yablony v kulture in vitro [Development of New Methods for Inducing Apple Rootstocks and Cultivars in In Vitro Culture] // Razvitie sovremennykh nauchnykh issledovaniy v oblasti selskogo hozyaystva : Materialy Vserossiyskoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, Grozny, 13 oktyabrya 2023 g. – Grozny: Chechenskiy gosudarstvennyy universitet imeni A. A. Kadyrova. – 2023. – P. 97–101.

7 **Butenko, R. G.** Kultura izolirovannykh tkanei kak metod izucheniya protsessov rosta i morfogeneza rasteniy [Culture of Isolated Tissues as a Method for Studying Plant Growth and Morphogenesis Processes]. – М. : Nauka. – 1964. – 256 p.

8 **Skoog, R., Miller, C. O.** Chemical regulation of growth and organ Formation in plant tissues cultured in vitro // Sym. Soc. Exp. Biol. – № 11. – 1957. – P. 118–130.

9 **Dospheov, B. A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoi obrabotki rezultatov issledovaniy) [Methodology of Field Experiment (with Basics of Statistical Processing of Research Results)]. – М. : Agropromizdat. – 1985. – 351 p.

10 **Murashige, T., Skoog, F.** A revised medium for rapid growth and bio-assays with tobacco tissue cultures // Physiol. Plant. – № 15(3). – 1962. – P. 473–497.

Поступило в редакцию 17.06.25.

Поступило с исправлениями 30.06.25.

Принято в печать 27.08.25.

*Э. А. Собралиева¹, А. Ю. Джамалова²

^{1,2}А. А. Кадыров атындағы Шешен Республикасы, Грозный қаласындағы жоғары білім беретін федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі «Шешен мемлекеттік университеті», Шешен Республикасы, Грозный қ. 17.06.25 ж. баспаға түсті. 30.06.25 ж. түзетулерімен түсті. 27.08.25 ж. басып шығаруға қабылданды.

ЖАҢА ЖҮЗІМ СҰРЫПТАРЫН IN VITRO ЖАҒДАЙЫНДА ӨСІРУ ШАРТТАРЫН ОҢТАЙЛАНДЫРУ

Мақалада әртүрлі авторлардың қоректік ортасының экспланттардың регенерация процестеріне және жүзімнің жаңа сорттық формаларының көбеюіне әсерін зерттеу нәтижелері ұсынылған: 8-11-4-7 [(Дружба × Платовский) × Кристалл] × Мускат платовский (Дружба × Платовский) және 11-30-4-15 [(Пухляковский × Платовский) × Изумруд (Донус × Платовский)]. Жұмыста Т. Мурасиге мен Ф. Скугтың (1962 ж.), Ф. Уайттың (1943 ж.), Т. Эриксоның (1965 ж.) және Дж. Нитчтің (1969 ж.) қоректік ортасы, олардың құрамындағы витаминдер мен гормондардың әртүрлі концентрациялары қарастырылды. Сонымен қатар, in vitro культураға енгізу кезеңінде ең тиімді стерилдеуші ерітінді анықталды. Тамырландыру кезеңінде өсімдіктердің ауксиндік тобының өсу реттегіштерінің оңтайлы концентрациялары мен үйлесімдері анықталды. ER және MS орталарында ИУК-тің ең тиімді концентрациясы – 0,5 мг/л, ал White және Nitsch қоректік орталарында ризогенездің үздік нәтижелері ИУК концентрациясы 1 мг/л болғанда байқалды. Бұл тәжірибелердің нәтижелері жүзім шаруашылығында микроклональды көбейту мен отырғызу материалының сауықтыруында, сондай-ақ жүзімнің жаңа сорттық түрлерін in vitro культураға енгізуде қолдануға болады.

Кілтті сөздер: жасуша мәдениеті, in vitro, жүзім, сорттық форма, көбейту, асептикалық мәдениет.

*E. A. Sobraliyeva¹, A. Yu. Dzhamalova²

^{1,2}Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chechen State University named after A. A. Kadyrov», Chechen Republic, Grozny.

Received 17.06.25.

Received in revised form 30.06.25.

Accepted for publication 27.08.25.

OPTIMIZATION OF IN VITRO CULTIVATION CONDITIONS FOR NEW GRAPEVINE VARIETIES

The article presents the results of studying the influence of nutrient media from various authors on the processes of explant regeneration and reproduction of new varietal forms of grapes 8-11-4-7 [(Druzhba x Platovsky) x Crystal] x Muscat Platovsky (Druzhba x Platovsky and 11-30-4-15 (Pukhlyakovsky x Platovsky) x Emerald (Donus x Platovsky). The paper considers the nutrient media of T. Murashige and F. Skoog (1962), F. White (1943), T. Erickson (1965), J. Nitch (1969) with different concentrations of vitamins and hormones, and an effective sterilizing solution was determined at the stage of in vitro culture introduction. At the rooting stage, optimal concentrations and combinations of plant growth regulators of the auxin group were established. Thus, for ER and MS media, the most effective concentration of IAA is 0.5 mg/l, and for White and Nitsch nutrient media, the best rhizogenesis results were obtained at an IAA concentration of 1 mg/l. The experimental results can be used in viticulture for microclonal propagation and improvement of grape planting material, as well as for the introduction of new varietal forms/grape varieties into in vitro culture.

Keywords: cell culture, in vitro, grapevine, varietal form, propagation, aseptic culture.

АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

Авдикерим Нұрсәт Керемұлы, технологиялық қондырғылар операторы, ТОО «Компания Нефтехим LTD», Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Аманкелді Сәлима Жангелдіқызы, «Биотехнология» мамандығы бойынша магистрант, Ауыл шаруашылығы ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: amangeldisalima449@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8271-6676>

Аникина Ирина Николаевна, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, Ауыл шаруашылығы ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: anikina.i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-5909>

Бейшова Индира Салтановна, биология ғылымдарының докторы, профессор, Ғылым және технологияларды коммерцияландыру департаментінің директоры КеАҚ «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті», Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: indira_bei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

Гриценко Диляра Александровна, PhD, қауымд. профессор, зертхана меңгерушісі, ШЖК РМК «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты», Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: d.kopytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711>

Джамалова Амида Юнусовна, «Регенеративті егіншілікке арналған ауыл шаруашылығы дақылдарының биотехнологиясы» зертханасының кіші ғылыми қызметкер, «А. А. Қадыров атындағы Шешен мемлекеттік университеті» жоғары білім беретін федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі, Грозный қ., 364024, Шешен Республикасы, e-mail: dzhamalova_98@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-1792-1311>

Джуматаева Күміс Құдайбергенқызы, PhD, Зоотехнология және ветеринария кафедрасының аға оқытушысы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: turlybekova.kumis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8548-9786>

Ергазина Гульназ Манарбековна, «Химия» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: vergazinag@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Ермакова Оксана Анатольевна, «Орман ресурстары және орман шаруашылығы» мамандығы бойынша аға оқытушы, Торайғыров

университеті, Ауыл шаруашылығы ғылымдары факультеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: o_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Жақсалықов Руслан Ахметжанұлы, ветеринария ғылымдарының магистрі, «Петропавл қаласының ветеринариялық станциясы» мемлекеттік мекемесінің ветеринария комитеті, Петропавл қ., 150009, Қазақстан Республикасы, e-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7044-7244>

Исаева Куралай Сметкановна, техника ғылымдарының кандидаты, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: issayevakuralay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

Каверина Мария Михайловна, «Биология және экология» кафедрасының кіші ғылыми қызметкері, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: k.ma96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3838-7656>

Касанова Асия Журсуновна, Химия мамандығы бойынша PhD докторы, қауымд. профессор, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Қасымбекова Лейла Николаевна, ветеринария ғылымдарының кандидаты, Зоотехнология және ветеринария кафедрасының доценті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7442-5680>

Салимова Динара Калилұловна, докторант, КеАҚ «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлы-техникалық университеті», Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы. e-mail: salimova.dinara98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3197-6586>

Сапышев Мадияр Жандосович, «Органикалық заттардың химиялық технологиясы» мамандығы бойынша магистрант, Жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140000, Қазақстан Республикасы, Лауазымы: «ПМХЗ» ЖШС технологиялық қондырғыларының операторы, 140000, Қазақстан Республикасы, e-mail: sapyshevmediyar@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2043-2291>

Сейтханова Күмісжан Қабдылуахитқызы, «Биотехнология» мамандығы бойынша докторант, Ауылшаруашылық ғылымдар факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: seyt.r@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9767-6510>

Собралиева Элиза Аюбовна, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, «Регенеративті егіншілікке арналған ауыл шаруашылығы дақылдарының биотехнологиясы» зертханасының меңгерушісі,

«А. А. Қадыров атындағы Шешен мемлекеттік университеті» жоғары білім беретін федералды мемлекеттік бюджеттік білім беру мекемесі, Грозный қ., 364024, Шешен Республикасы, e-mail: elissobr@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7538-5895>

Тілеубек Ұлан Назымбекұлы, техника ғылымдарының магистрі, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ulan.tleubekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6036-3183>

Уалиева Римма Мейрамовна, PhD, «Биология және экология» кафедрасының профессоры, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: uاليةva.r@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3551-5007>

Усенова Ляйля, ветеринария ғылымдарының кандидаты, Зоотехнология және ветеринария кафедрасының профессоры, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: lm_usenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5105-1041>

Чайзабекова Меруерт Аскаровна, «Биология және Экология» кафедрасының жаратылыстану ғылымдарының магистрі, жаратылыстану ғылымдары факультеті, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: meruyert130797@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0468-956X>

Шамекова Малика Хабидулаевна, PhD, қауымд. профессор, зертхана меңгерушісі, ШЖҚ РМК «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты», Алматы қ., 050040, Қазақстан Республикасы, e-mail: shamekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8746-7484>

Шампатов Улжан, аға оқытушы, Зоотехнология және ветеринария кафедрасы, Торайғыров университеті, Павлодар қ., 140008, Қазақстан Республикасы, e-mail: ulzhanshampatova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1607-4394>

Шәмшідін Әлжан Смайылұлы, биология ғылымдарының докторы, ғылым жөніндегі проректор КеАҚ «Жәңгір хан атындағы Батыс Қазақстан аграрлық техникалық университеті», Орал қ., 090009, Қазақстан Республикасы, e-mail: 270180@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Авдикерим Нұрсат Керемұлы, оператор технологических установок, ТОО «Компания Нефтехим LTD», г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: avdikерim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Аманкелди Салима Жангелдиқызы, магистрант, специальность «Биотехнология», Факультет Сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: amangeldisalima449@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8271-6676>

Аникина Ирина Николаевна, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, Факультет Сельскохозяйственных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: anikina.i@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9535-5909>

Бейшова Индира Салтановна, доктор биологических наук, профессор, Директор департамента науки и коммерциализации технологий, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, e-mail: indira_bei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

Гриценко Диляра Александровна, PhD, ассоц. профессор, заведующая лабораторией РГП на ПВХ «Институт биологии и биотехнологии растений», г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, e-mail: d.kopytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711>

Джамалова Амида Юнусовна, Младший научный сотрудник лаборатории «Биотехнология сельскохозяйственных растений для регенеративного земледелия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова», г. Грозный, 364024, Чеченская Республика, e-mail: dzhamalova_98@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-1792-1311>

Джуматаева Кумис Кудайбергенқызы, PhD, ст. преподаватель, кафедра Зоотехнология и ветеринария, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: turlybekova.kumis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8548-9786>

Ергазина Гульназ Манарбековна, магистрант, специальность «Химия», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, e-mail: vergazinag@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Ермакова Оксана Анатольевна, ст. преподаватель, специальность «Лесные ресурсы и лесоводство», Факультет сельскохозяйственных наук,

Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: u_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Жаксалыков Руслан Ахметжанович, магистр ветеринарных наук, Комитет ветеринарии Государственного учреждения «Ветеринарная станция г. Петропавловска», г. Петропавловск, 150009, Республика Казахстан, е-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7044-7244>

Исаева Куралай Сметкановна, кандидат технических наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: issayevakuralay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

Каверина Мария Михайловна, младший научный сотрудник кафедры «Биология и экология», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: k.ma96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3838-7656>

Касанова Асия Журсуновна, доктор PhD по химии, ассоц. профессор, Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Касымбекова Лейла Николаевна, кандидат ветеринарных наук, доцент, кафедра Зоотехнология и ветеринария, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7442-5680>

Салимова Динара Калилуловна, докторант, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, е-mail: salimova.dinara98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3197-6586>

Сапышев Мадияр Жандосович, магистрант, специальность «Химическая технология органических веществ», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140000, Республика Казахстан, оператор технологических установок, ТОО «ПНХЗ», Республика Казахстан, е-mail: sapyshevmediyar@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2043-2291>

Сейтханова Кумисжан Кабдылуахиткызы, докторант, специальность «Биотехнология», Факультет гуманитарных и социальных наук, Торайғыров университет, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: seyt.r@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9767-6510>

Собралиева Элиза Аюбовна, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией «Биотехнология сельскохозяйственных растений для регенеративного земледелия», Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Чеченский государственный университет имени А. А. Кадырова», г. Грозный, 364024,

Чеченская Республика, е-mail: elissobr@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7538-5895>

Тлеубек Улан Назымбекович, магистр технических наук, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: ulan.tleubekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6036-3183>

Уалиева Римма Мейрамовна, PhD, профессор, кафедра «Биология и экология», Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: ualiyeva.r@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3551-5007>

Усенова Ляйля, кандидат ветеринарных наук, профессор, кафедра Зоотехнология и ветеринария, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: lm_usenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5105-1041>

Чайзабекова Меруерт Аскаровна, магистр естественных наук, кафедра «Биология и экология», Факультет естественных наук, Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: meruyert130797@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0468-956X>

Шамекова Малика Хабидулаевна, PhD, ассоц. профессор, заведующая лабораторией РГП на ПВХ «Институт биологии и биотехнологии растений», г. Алматы, 050040, Республика Казахстан, е-mail: shamekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8746-7484>

Шампатов Улжан, ст. преподаватель, кафедра Зоотехнология и ветеринария Торайғыров университет, г. Павлодар, 140008, Республика Казахстан, е-mail: ulzhanshampatova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1607-4394>

Шәмшідін Әлжан Смайылұлы, доктор биологических наук, проректор по науке, НАО «Западно-Казахстанский аграрно-технический университет имени Жангир хана», г. Уральск, 090009, Республика Казахстан, е-mail: 270180@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Amankeldi Salima Zhangelikyzy, master student in «Biotechnology», Faculty of Agriculture Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: amangeldisalima449@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0007-8271-6676>

Avdikerim Nursat, process plant operator, LLP «Company Neftekhim LTD», Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: avdikerim.nursat@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0361-963X>

Beishova Indira Saltanovna, Doctor of Biological Sciences, Professor, Director of the Department of Science and Technology Commercialization, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: indira_bei@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5293-2190>

Chaizabekova Meruyert Askarovna, Master of Natural Sciences, Department of Biology and Ecology, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 40008, Republic of Kazakhstan, e-mail: meruyert130797@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-0468-956X>

Dzhamalova Amita Yunosovna, Junior Researcher of the Laboratory «Biotechnology of Agricultural Plants for Regenerative Farming», Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chechen State University named after A. A. Kadyrov», Grozny, 364024, Chechen Republic, e-mail: dzhamalova_98@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-1792-1311>

Ergazina Gulnaz Manarbekovna, master's student in «Chemistry», Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: yergazinag@list.ru, <https://orcid.org/0009-0009-2370-9008>

Ermakova Oksana Anatolyevna, Senior lecturer in «Forest resources and forestry» Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail o_ermakova70@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-4494-1437>

Gritsenko Dilyara Alexandrovna, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory, RSE on PVC «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: d.kopytina@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6377-3711>

Isaeva Kuralay Smetkanovna, Candidate of Technical Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: issayevakuralay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4533-0188>

Jumatayeva Kumis Kudaibergenkyzy, PhD, Senior lecturer of the Department of animal technology and veterinary, Toraighyrov University,

Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: turlybekova.kumis@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8548-9786>

Kassanova Assiya Zhursunovna, Doctor PhD of Chemistry, associate professor, Faculty of Natural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: asiyakass@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9563-5521>

Kassymbekova Leila Nicolayevna, Candidate of Veterinary Sciences, Associate Professor of the Department Zootechnology and veterinary medicine, Toraighyrov University, Republic of Kazakhstan, 140008, Pavlodar, e-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7442-5680>

Kaverina Mariya Mikhailovna, Junior Researcher of the Department of Biology and Ecology, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: k.ma96@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3838-7656>

Salimova Dinara Kalilulovna, PhD student, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: salimova.dinara98@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3197-6586>

Sapyshev Madiyar Zhandosovich, Master student in «Chemical Technology of Organic Substances», Faculty of Natural Science, Toraighyrov University, Pavlodar, 140000, Position: operator of technological installations of PNHZ LLP, Republic of Kazakhstan, e-mail: sapyshevmediyar@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-2043-2291>

Seitkhanova Kumiszhan Kabdyluakhitkyzy, doctoral student in «Biotechnology», Faculty of Agricultural Sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: seyt.r@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0005-9767-6510>

Shamekova Malika Khabidulayevna, PhD, Associate Professor, Head of the Laboratory, RSE on PVC «Institute of Plant Biology and Biotechnology», Almaty, 050040, Republic of Kazakhstan, e-mail: shamekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-8746-7484>

Shampatova Ulzhan Estoreevna, Senior Lecturer of the Department Zootechnology and veterinary medicine, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ulzhanshampatova@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0004-1607-4394>

Shamshidin Alzhan Smailuly, Doctor of Biological Sciences, vice rector for science, NJSC «West Kazakhstan Agrarian and Technical University named after Zhangir Khan», Uralsk, 090009, Republic of Kazakhstan, e-mail: 270180@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5457-1720>

Sobraliyeva Eliza Ayubovna, Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Laboratory «Biotechnology of Agricultural Plants for Regenerative Farming», Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Chechen State University named after A. A. Kadyrov», Grozny, 364024, Chechen Republic, e-mail: elissobr@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7538-5895>

Tleubek Ulan Nazymbekovich, master of technical sciences, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ulan.tleubekov@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6036-3183>

Ualiyeva Rimma Meyramovna, PhD, Professor of the Department of Biology and Ecology, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: ualiyeva.r@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3551-5007>

Usenova Lyailya, Candidate of Veterinary Sciences, Professor of the Department Zootechnology and veterinary medicine, Toraighyrov University, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, e-mail: lm_usenova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5105-1041>

Zhaxalykov Ruslan Ahmetzhanovich, Master of Veterinary Sciences, veterinarian Committee of the State Institution Veterinary Station of Petropavlovsk, Petropavlovsk, 150009, Republic of Kazakhstan, e-mail: tekemet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7044-7244>

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана»

Редакционная коллегия просит авторов руководствоваться следующими правилами при подготовке статей для опубликования в журнале.

Научные статьи, представляемые в редакцию журнала должны быть оформлены согласно базовым издательским стандартам по оформлению статей в соответствии с ГОСТ 7.5-98 «Журналы, сборники, информационные издания. Издательское оформление публикуемых материалов», пристатейных библиографических списков в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 «Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления».

* В номер допускается не более одной рукописи от одного автора либо того же автора в составе коллектива соавторов.

* Количество соавторов одной статьи не более 5.

* Степень оригинальности статьи должна составлять не менее 60 % (согласно решению редакционной коллегии).

* Направляемые статьи не должны быть ранее опубликованы, не допускается последующее опубликование в других журналах, в том числе переводы на другие языки.

* Решение о принятии рукописи к опубликованию принимается после проведения процедуры рецензирования.

* Двойное рецензирование (слепое) проводится конфиденциально, автору не сообщается имя рецензента, а рецензенту – имя автора статьи.

* Квитанция об оплате предоставляется после принятия статей к публикации. Стоимость публикации в журнале составляет 7000 (семь тысяч) тенге.

* докторантам НАО «Торайғыров университет» и иностранным авторам (без казахстанских соавторов) публикация в журнале бесплатно.

* Если статья отклонена антиплагиатом или рецензентом статья возвращается автору на доработку. Автор может повторно отправить статью на антиплагиат или рецензирования 1 раз. Ответственность за содержание статьи несет автор.

Редакция не занимается литературной и стилистической обработкой статьи.

Статьи, оформленные с нарушением требований, к публикации не принимаются и возвращаются авторам.

Датой поступления статьи считается дата получения редакцией ее окончательного варианта.

Статьи публикуются по мере поступления. Журнал формируется исходя из количества не более 30 статей в одном номере.

Периодичность издания журналов – 4 раза в год (ежеквартально).

Сроки подачи статьи:

- первый квартал до 01 февраля;
- второй квартал до 01 мая;
- третий квартал до 01 августа;
- четвертый квартал до 01 ноября.

Научный журнал «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» выпускается с периодичностью 4 раза в год в сетевом (электронном) формате в следующие установленные сроки выхода номеров журнала:

- первый номер выпускается до 30 марта текущего года;
- второй номер – до 30 июня;
- третий номер – до 30 сентября;
- четвертый номер – до 30 декабря.

Статью (электронную версию и квитанции об оплате) следует направлять на сайтах:

- <https://vestnik-pedagogic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-philological.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-energy.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-humanitar.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-cb.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-economic.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-pm.tou.edu.kz/>
- <https://vestnik-law.tou.edu.kz/>
- <https://stk.tou.edu.kz>
- <https://localhistory.tou.edu.kz>

Для подачи статьи на публикацию необходимо пройти регистрацию на сайте.

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

Для осуществления процедуры двойного рецензирования (слепого), авторам необходимо отправлять два варианта статьи: первый – с указанием личных данных, второй – без указания личных данных. При нарушении принципа слепого рецензирования статья не рассматривается.

Статьи должны быть оформлены в строгом соответствии со следующими правилами:

– В журналы принимаются статьи по всем научным направлениям, в электронном варианте со всеми материалами в текстовом редакторе «Microsoft Office Word (97, 2000, 2007, 2010) для Windows» (в форматах .doc, .docx, .rtf).

– Общий объем статьи, включая аннотации, литературу, таблицы, рисунки и математические формулы должен составлять **не менее 7 и не более 12 страниц печатного текста**. Поля страниц – 30 мм со всех сторон листа; Текст статьи: кегль – 14 пунктов, гарнитура – Times New Roman (для русского, английского и немецкого языков), KZ Times New Roman (для казахского языка).

Структура научной статьи включает название, аннотация, ключевые слова, основные положения, введение, материалы и методы, результаты и обсуждение, заключение, выводы, информацию о финансировании (при наличии), список использованных источников (литературы) к каждой статье, включая романизированный (транслитерированный латинским алфавитом) вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках) см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Статья должна содержать:

1. МРНТИ (Межгосударственный рубрикатор научной технической информации);

2. DOI – после МРНТИ в верхнем правом углу (присваивается и заполняется редакцией журнала);

3. Инициалы (имя, отчество) Фамилия автора (-ов) – на казахском, русском и английском языках (жирным шрифтом, по центру);

Автор, который внес наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и обозначается «*».

Авторы из разных учебных заведений указываются цифрами 1,2.

4. **Аффилиация** (организация (место работы (учебы)), страна, город) – на казахском, русском и английском языках. Полные данные об аффилиации авторов представляются в конце журнала;

5. **Название статьи** должно отражать содержание статьи, тематику и результаты проведенного научного исследования. В название статьи необходимо вложить информативность, привлекательность и уникальность (не более 12 слов, прописными буквами, жирным шрифтом, по центру, на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий);

6. **Аннотация** – краткая характеристика назначения, содержания, вида, формы и других особенностей статьи. Должна отражать основные и ценные, по мнению автора, этапы, объекты, их признаки и выводы проведенного исследования. Дается на казахском, русском и английском либо немецком языках (рекомендуемый объем аннотации на языке публикации – не менее 150, не более 300 слов, курсив, нежирным шрифтом, кегль – 12 пунктов, абзацный отступ слева и справа 1 см, см. образец);

7. **Ключевые слова** – набор слов, отражающих содержание текста в терминах объекта, научной отрасли и методов исследования (оформляются на трех языках: русский, казахский, английский либо немецкий; кегль – 12 пунктов, курсив, отступ слева-справа – 1 см.). Рекомендуемое количество ключевых слов – 5-8, количество слов внутри ключевой фразы – не более 3. Задаются в порядке их значимости, т.е. самое важное ключевое слово статьи должно быть первым в списке (см. образец);

8. **Основной текст** статьи излагается в определенной последовательности его частей, включает в себя:

- **Введение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы. Актуальность темы определяется общим интересом к изученности данного объекта, но отсутствием исчерпывающих ответов на имеющиеся вопросы, она доказывается теоретической или практической значимостью темы.

- **Материалы и методы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

- **Результаты и обсуждение** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов). Приводится анализ и обсуждение полученных вами результатов исследования. Приводятся выводы по полученным в ходе исследования результатам, раскрывается основная суть. И это один из самых важных разделов статьи. В нем необходимо провести анализ результатов своей работы и обсуждение соответствующих результатов в сравнении с предыдущими работами, анализами и выводами.

- **Информацию о финансировании (при наличии)** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

- **Выводы** (абзац 1 см по левому краю, жирными буквами, кегль – 14 пунктов).

Выводы – обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором, и заключение автора об изменении научного знания с учетом полученных результатов. Выводы не должны быть абстрактными, они должны быть использованы для обобщения результатов исследования в той или иной научной области, с описанием предложений или возможностей дальнейшей работы.

- **Список использованных источников** (жирными буквами, кегль – 14 пунктов, в центре) включает в себя:

Статья и список использованных источников должны быть оформлены в соответствии с ГОСТ 7.5-98; ГОСТ 7.1-2003 (см. образец).

Очередность источников определяется следующим образом: сначала последовательные ссылки, т.е. источники на которые вы ссылаетесь по очередности в самой статье. Затем дополнительные источники, на которых нет ссылок, т.е. источники, которые не имели место в статье, но рекомендованы вами читателям для ознакомления, как смежные работы, проводимые параллельно. Объем не менее 10, не более чем 20 наименований (ссылки и примечания в статье обозначаются сквозной нумерацией и заключаются в квадратные скобки), преимущественно за последние 10-15 лет.

В случае наличия в списке использованных источников работ на кириллице (на казахском и русском языках), необходимо представить список литературы в двух вариантах: 1) в оригинале (указываются источники на русском, казахском и английском либо немецком языках); 2) романизированный вариант написания источников на кириллице (на казахском и русском языках), то есть транслитерация латинским алфавитом. см. ГОСТ 7.79–2000 (ИСО 9–95) Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Онлайн сервис Транслитерация по ГОСТу – <https://transliteration-online.ru/>

Правила транслитерации кирилловского письма латинским алфавитом.

Романизированный список литературы должен выглядеть следующим образом: автор(-ы) (транслитерация либо англоязычный вариант при его наличии) → название статьи в транслитерированном варианте → [перевод названия статьи на английский язык в квадратных

скобках] → название казахоязычного либо русскоязычного источника (транслитерация, либо английское название при его наличии) → выходные данные с обозначениями на английском языке.

Иллюстрации, перечень рисунков и подрисуночные надписи к ним представляют по тексту статьи. В электронной версии рисунки и иллюстрации представляются в формате TIF или JPG с разрешением не менее 300 dpi.

Математические формулы должны быть набраны в Microsoft Equation Editor (каждая формула – один объект).

На отдельной странице (после статьи)

В электронном варианте приводятся полные почтовые адреса, номера служебного и домашнего телефонов, e-mail (номера телефонов для связи редакции с авторами, не публикуются);

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Фамилия Имя Отчество (полностью)		
Должность, ученая степень, звание		
Организация		
Город		
Индекс		
Страна		
E-mail		
Телефон		

ОБРАЗЕЦ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

МРНТИ 14.37.27

DOI xxxxxxxxxxxxxxxx

***С. К. Антикеева**

Торайғыров университет, Республика Казахстан, г. Павлодар

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ КОМПЕТЕНЦИЙ СОЦИАЛЬНЫХ РАБОТНИКОВ ЧЕРЕЗ КУРСЫ ПОВЫШЕНИЯ КВАЛИФИКАЦИИ

В данной статье представлена теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, которая разработана в рамках докторской диссертации «Формирование личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации». В статье приводятся педагогические аспекты самого процесса моделирования, перечислены этапы педагогического моделирования. Представлены методологический, процессуальный (технологический) и инструментальный уровни модели, ее цель, мониторинг сформированности искомых компетенций, а также результат. В модели показаны компетентностный, личностно-ориентированный и практико-ориентированный педагогические подходы, закономерности, принципы, условия формирования выбранных компетенций; описаны этапы реализации процесса формирования, уровни сформированности личностных и профессиональных компетенций. В разделе практической подготовки предлагается интерактивная работа в системе слушатель-преподаватель-группа, подразумевающая личное участие каждого специалиста, а также открытие первого в нашей стране Республиканского общественного объединения «Национальный альянс профессиональных социальных работников». Данная модель подразумевает под собой дальнейшее совершенствование и самостоятельное развитие личностных и профессиональных компетенций социальных работников. Это позволяет увидеть в модели эффективность реализации курсов повышения квалификации, формы, методы и средства работы.

Ключевые слова: теоретическая модель, компетенции, повышение квалификации, социальные работники.

Введение

Социальная работа – относительно новая для нашей страны профессия. Поэтому обучение социальных работников на современной стадии не характеризуется наличием достаточно разработанных образовательных стандартов, которые находили бы выражение в формулировке педагогических целей, в содержании, технологиях учебного процесса.

Продолжение текста публикуемого материала

Материалы и методы

Теоретический анализ научной психолого-педагогической и специальной литературы по проблеме исследования; анализ законодательных и нормативных документов по открытию общественных объединений; анализ содержания программ курсов повышения квалификации социальных работников; моделирование; анализ и обобщение педагогического опыта; опросные методы (беседа, анкетирование, интервьюирование); наблюдение; анализ продуктов деятельности специалистов; эксперимент, методы математической статистики по обработке экспериментальных данных.

Продолжение текста публикуемого материала

Результаты и обсуждение

Чтобы понять объективные закономерности, лежащие в основе процесса формирования и развития личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации, необходимо четко представлять себе их модель.

Продолжение текста публикуемого материала

Выводы

Таким образом, на основании вышеизложенного можно сделать вывод о том, что теоретическая модель формирования личностных и профессиональных компетенций социальных работников через курсы повышения квалификации содержит три уровня ее реализации.

Продолжение текста публикуемого материала

Список использованных источников

- 1 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : сущность, эффективность и неопределенность [Текст] // Педагогика. – 2003. – № 4. – С. 22.
- 2 **Кузнецова, А. Г.** Развитие методологии системного подхода в отечественной педагогике : монография [Текст]. – Хабаровск : Изд-во ХК ИППК ПК, 2001. – 152 с.
- 3 **Каропа, Г. Н.** Системный подход к экологическому образованию и воспитанию (На материале сельских школ) [Текст]. – Минск, 1994. – 212 с.

- 4 **Штофф, В. А.** Роль моделей в познании [Текст] – Л. : ЛГУ, 1963. – 128 с.
- 5 **Таубаева, Ш.** Методология и методика дидактического исследования : учебное пособие [Текст]. – Алматы : Казак университеті, 2015. – 246 с.
- 6 **Дахин, А. Н.** Моделирование компетентности участников открытого образования [Текст]. – М. : НИИ школьных технологий 2009. – 290 с.
- 7 **Дахин, А. Н.** Моделирование в педагогике [Текст] // Идеи и идеалы. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – С. 11–20.
- 8 **Дахин, А. Н.** Педагогическое моделирование : монография [Текст]. – Новосибирск : Изд-во НИПКиПРО, 2005. – 230 с.
- 9 **Аубакирова, С. Д.** Формирование деонтологической готовности будущих педагогов к работе в условиях инклюзивного образования : дисс. на соиск. степ. д-ра филос. (PhD) по 6D010300 – Педагогика и психология [Текст] – Павлодар, 2017. – 162 с.
- 10 **Арын, Е. М., Пфейфер, Н. Э., Бурдина, Е. И.** Теоретические аспекты профессиональной подготовки педагога XXI века : учеб. пособие [Текст]. – Павлодар : ПГУ им. С. Торайгырова; СПб. : ГАФКиС им. П. Ф. Лесгафта, 2005. – 270 с.

References

- 1 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : suschnost, effektivnost i neopredelennost [Pedagogical modeling : essence, effectiveness, and uncertainty] [Text]. In Pedagogy. – 2003. – № 4. – P. 22.
- 2 **Kuznetsova, A. G.** Razvitie metodologii sistemnogo podhoda v otechestvennoi pedagogike [Development of the system approach methodology in Russian pedagogy : monograph] [Text]. – Khabarovsk : Izd-vo KhK IPPK PK, 2001. – 152 p.
- 3 **Karopa, G. N.** Sistemnyi podhod k ekologicheskomu obrazovaniyu i vospitaniyu (Na materiale selskih shkol) [The systematic approach to environmental education and upbringing (Based on the material of rural schools)] [Text] – Minsk, 1994. – 212 p.
- 4 **Shtoff, V. A.** Rol modelei v poznanii [The role of models in cognition] [Text] – L. : LGU, 1963. – 128 p.
- 5 **Taubayeva, Sh.** Metodologiya i metodika didakticheskogo issledovaniya : uchebnoe posobie [Methodology and methods of educational research : a tutorial] [Text] – Almaty : Kazak University, 2015. – 246 p. c.
- 6 **Dahin, A. N.** Modelirovanie kompetentnosti uchastnikov otkrytogo obrazovaniya [Modeling the competence of open education participants] [Text] – Moscow : NII shkolnyh tehnologii, 2009. – 290 p.

7 **Dahin, A. N.** Modelirovanie v pedagogike [Modeling in pedagogy] [Text]. In Idei i idealy. – 2010. – № 1(3). – Т. 2 – Р. 11–20.

8 **Dahin, A. N.** Pedagogicheskoe modelirovanie : monographia [Pedagogical modeling : monograph] [Text]. – Novosibirsk : Izd-vo NIPKiPRO, 2005. – 230 p.

9 **Aubakirova, S. D.** Formirovaniye deontologicheskoi gotovnosti buduschih pedagogov k rabote v usloviyah inklusivnogo obrazovaniya : dissertaciya na soiskanie stepeni doctora filosofii (PhD) po specialnosti 6D010300 – Pedagogika i psihologiya. [Formation of deontological readiness of future teachers to work in inclusive education : dissertation for the degree of doctor of philosophy (PhD) in the specialty 6D010300- Pedagogy and psychology] [Text] – Pavlodar, 2017. – 162 p.

10 **Aryn, E. M., Pfeifer, N. E., Burdina, E. I.** Teoreticheskie aspekty professionalnoi podgotovki pedagoga XXI veka : ucheb. posobie [Theoretical aspects of professional training of a teacher of the XXI century : textbook] [Text] – Pavlodar : PGU im. S. Toraigrov PSU; St.Petersburg. : GAFKiS im. P. F. Lesgafta, 2005. – 270 p.

С. К. Антикеева

Торайғыров университет,
Қазақстан Республикасы, Павлодар қ.

БІЛІКТІЛІКТІ АРТТЫРУ КУРСТАРЫ АРҚЫЛЫ ӘЛЕУМЕТТІК ҚЫЗМЕТКЕРЛЕРДІҢ ҚҰЗІРЕТТІЛІКТЕРІН ҚАЛЫПТАСТЫРУДЫҢ ТЕОРИЯЛЫҚ МОДЕЛІ

Бұл мақалада «Әлеуметтік қызметкерлердің біліктілігін арттыру курстары арқылы тұлғалық және кәсіби құзіреттіліктерін қалыптастыру» докторлық диссертация шеңберінде әзірленген біліктілікті арттыру курстары арқылы әлеуметтік қызметкерлердің тұлғалық және кәсіби құзіреттілігін қалыптастырудың теориялық моделі ұсынылған. Мақалада модельдеу процесінің педагогикалық аспектілері, педагогикалық модельдеудің кезеңдері келтірілген. Модельдің әдіснамалық, процессуалдық (технологиялық) және аспаптық деңгейлері, оның мақсаты, қажетті құзыреттердің қалыптасу мониторингі, сондай-ақ нәтижесі ұсынылған. Модельде құзыреттілікке, тұлғаға бағытталған және практикаға бағытталған педагогикалық тәсілдер, таңдалған құзыреттерді қалыптастыру заңдылықтары, қағидаттары, шарттары көрсетілген; қалыптасу процесін іске асыру кезеңдері, жеке және кәсіби құзыреттердің қалыптасу

деңгейлері сипатталған. Практикалық дайындық бөлімінде тыңдаушы-оқытушы-топ жүйесінде интерактивті жұмыс ұсынылады, ол әр маманның жеке қатысуын, сондай-ақ елімізде алғашқы «Кәсіби әлеуметтік қызметкерлердің ұлттық альянсы» Республикалық қоғамдық бірлестігінің ашылуын білдіреді. Бұл модель әлеуметтік қызметкерлердің жеке және кәсіби құзыреттерін одан әрі жетілдіруді және тәуелсіз дамытуды білдіреді. Бұл модельде біліктілікті арттыру курстарын іске асырудың тиімділігін, жұмыс нысандары, әдістері мен құралдарын көруге мүмкіндік береді.

Кілтті сөздер: теориялық модель, құзыреттілік, біліктілікті арттыру, әлеуметтік қызметкерлер.

S. K. Antikeyeva

Toraigrov University,
Republic of Kazakhstan, Pavlodar.

THEORETICAL MODEL OF FORMATION COMPETENCIES OF SOCIAL WORKERS THROUGH PROFESSIONAL DEVELOPMENT COURSES

This article presents a theoretical model for the formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses, which was developed in the framework of the doctoral dissertation «Formation of personal and professional competencies of social workers through advanced training courses». The article presents the pedagogical aspects of the modeling process itself, and lists the stages of pedagogical modeling. The methodological, procedural (technological) and instrumental levels of the model, its purpose, monitoring the formation of the required competencies, as well as the result are presented. The model shows competence-based, personality-oriented and practice-oriented pedagogical approaches, patterns, principles, conditions for the formation of selected competencies; describes the stages of the formation process, the levels of formation of personal and professional competencies. The practical training section offers interactive work in the listener-teacher-group system, which implies the personal participation of each specialist, as well as the opening of the first Republican public Association in our country, the national Alliance of professional social workers. This model implies further improvement and independent development of personal

and professional competencies of social workers. This allows you to see in the model the effectiveness of the implementation of advanced training courses, forms, methods and means of work.

Keywords: theoretical model, competencies, professional development, social workers.

Сведения об авторах

На казахском языке	На русском языке	На английском языке
Антикеева Самал Канатовна «Педагогика және психология» мамандығы бойынша докторант Торайғыров университеті, Гуманитарлық және әлеуметтік ғылымдар факультеті, Павлодар, 140008, Қазақстан Республикасы, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Антикеева Самал Канатовна докторант по специальности «Педагогика и психология», Торайғыров университет, Факультет гуманитарных и социальных наук, Павлодар, 140008, Республика Казахстан, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00	Samal Kanatovna Antikeyeva doctoral student in «Pedagogy and psychology», Toraighyrov University, Faculty of Humanities and Social Sciences, Pavlodar, 140008, Republic of Kazakhstan, samal_antikeyeva@mail.ru, 8-000-000-00-00

ПУБЛИКАЦИОННАЯ ЭТИКА научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», «Краеведение»

Редакционная коллегия научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» в своей профессиональной деятельности придерживаются принципов и норм Публикационной этики научных журналов НАО «Торайғыров университет». Публикационная этика разработана в соответствии с международной публикационной этической нормой Комитета по публикационной этике (COPE), этическими принципами публикации журналов Scopus (Elsevier), Кодекса академической честности НАО «Торайғыров университет».

Публикационная этика определяет нормы, принципы и стандарты этического поведения редакторов, рецензентов и авторов, меры по выявлению конфликтов интересов, неэтичного поведения, инструкции по изъятию (ретракции), исправлению и опровержению статьи.

Все участники процесса публикации, соблюдают принципы, нормы и стандарты публикационной этики.

Качество научного журнала обеспечивается исполнением принципов участников процесса публикации: равенства всех авторов, принцип конфиденциальности, однократные публикации, авторства рукописи, принцип оригинальности, принцип подтверждения источников, принцип объективности и своевременности рецензирования.

Права и обязанности членов редакционных коллегий научных журналов НАО «Торайғыров университет» «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана» и научно-популярного журнала «Краеведение» определены СО СМК 8.12.3-20 Управление научно-издательской деятельностью.

Права и обязанности рецензентов

Рецензенты научных журналов «Вестник Торайғыров университета», «Наука и техника Казахстана», научно-популярного журнала «Краеведение», обязаны руководствоваться принципом объективности.

Персональная критика в адрес автора(-ов) рукописи недопустима. Рецензент должен аргументировать свои замечания и обосновывать свое решение о принятии рукописи или о ее отклонении.

Национальность, религиозная принадлежность, политические или иные взгляды автора(-ов) не должны приниматься во внимание и учитываться в процессе рецензирования рукописи рецензентом(-ами).

Экспертная оценка, составленная рецензентом должна способствовать принятию решения редакцией о публикации и помогать автору улучшить рукопись.

Решение о принятии рукописи к публикации, возвращение работы автору на изменение или доработку, либо решение об отклонении от публикации принимается редколлегией опираясь на результаты рецензирования.

Принцип своевременности рецензирования. Рецензент обязан предоставить рецензию в срок, определенный редакцией, но не позднее 2-4 недель с момента получения рукописи на рецензирование. Если рассмотрение статьи и подготовка рецензии в назначенные сроки невозможны, то рецензент должен незамедлительно уведомить об этом научного редактора.

Рецензент, который считает, что его квалификация не соответствует либо недостаточна для принятия решения при рецензировании предоставленной рукописи должен незамедлительно сообщить об этом научному редактору и отказаться от рецензирования рукописи.

Принцип конфиденциальности со стороны рецензента. Рукопись, представленная рецензенту на рецензирование должна рассматриваться как конфиденциальный материал. Рецензент имеет право демонстрировать ее и/или обсуждать с другими лицами только после получения письменного разрешения со стороны научного редактора журнала и/или автора(-ов).

Информация и идеи научной работы, полученные в ходе рецензирования и обеспечения публикационного процесса, не должны быть использованы рецензентом(-ами) для получения личной выгоды.

Принцип подтверждения источников. Рецензент должен указать научные работы, которые оказали бы влияние на исследовательские результаты рассматриваемой рукописи, но не были приведены автором(-ами). Также рецензент обязан обратить внимание научного редактора на значительное сходство или совпадение между рассматриваемой рукописью и ранее опубликованной работой, о котором ему известно.

Если у рецензента имеются достаточные основания полагать, что в рукописи содержится плагиат, некорректные заимствования, ложные и сфабрикованные материалы или результаты исследования, то он не должен допустить рукопись к публикации и проинформировать научного редактора журнала о выявленных нарушениях принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Права и обязанности авторов

Публикационная этика базируется на соблюдении принципов:

Однократность публикации. Автор(-ы) гарантируют что представленная в редакцию рукопись статьи не была представлена для рассмотрения в другие издания. Представление рукописи одновременно в нескольких журналах/изданиях неприемлемо и является грубым нарушением принципов, стандартов и норм публикационной этики.

Авторство рукописи. Лицо, которое внесло наибольший интеллектуальный вклад в подготовку рукописи (при двух и более соавторах), является автором-корреспондентом и указывается первым в списке авторов.

Для каждой статьи должен быть назначен автор для корреспонденции, который отвечает за подготовку финальной версии статьи, коммуникацию с редколлегией, должен обеспечить включение всех участников исследования (при количестве авторов более одного), внесших в него достаточный вклад, в список авторов, а также получить одобрение окончательной версии рукописи от всех авторов для представления в редакцию для публикации. Все авторы, указанные в рукописи/статье, несут ответственность за содержание работы.

Принцип оригинальности. Автор(-ы) гарантирует, что результаты исследования, изложенные в рукописи, представляют собой оригинальную самостоятельную работу, и не содержат некорректных заимствований и плагиата, которые могут быть выявлены в процессе.

Авторы несут ответственность за публикацию статей с признаками неэтичного поведения, плагиата, самоплагиата, самоцитирования, фальсификации, фабрикации, искажения данных, ложного авторства, дублирования, конфликта интересов и обмана.

Принцип подтверждения источников. Автор(ы) обязуется правильно указывать научные и иные источники, которые он(и) использовал(и) в ходе исследования. В случае использования каких-либо частей чужих работ и/или заимствования утверждений другого автора(-ов) в рукописи должны быть указаны библиографические ссылки с указанием автора(-ов) первоисточника. Информация, полученная из сомнительных источников не должна использоваться при оформлении рукописи.

В случае, если у рецензентов, научного редактора, члена(-ов) редколлегии журнала возникают сомнения подлинности и достоверности результатов исследования, автор(-ы) должны предоставить дополнительные материалы для подтверждения результатов или фактов, приводимых в рукописи.

Исправление ошибок в процессе публикации. В случае выявления ошибок и неточностей в работе на любой стадии публикационного процесса

авторы обязуются в срочном порядке сообщить об этом научному редактору и оказать помощь в устранении или исправлении ошибки для публикации на сайте журнала соответствующей коррекции (Erratum или Corrigendum) с комментариями. В случае обнаружения грубых ошибок, которые невозможно исправить, автор(-ы) должен(-ны) отозвать рукопись/статью.

Принцип соблюдения публикационной этики. Авторы обязаны соблюдать этические нормы, связанные с критикой или замечаниями в отношении исследований, а также в отношении взаимодействия с редакцией по поводу рецензирования и публикации. Несоблюдение этических принципов авторами расценивается как грубое нарушение этики публикаций и дает основание для снятия рукописи с рецензирования и/или публикации.

Конфликт интересов

Конфликт интересов, по определению Комитета по публикационной этике (COPE), это конфликтные ситуации, в которых авторы, рецензенты или члены редколлегии имеют неявные интересы, способные повлиять на их суждения касательно публикуемого материала. Конфликт интересов появляется, когда имеются финансовые, личные или профессиональные условия, которые могут повлиять на научное суждение рецензента и членов редколлегии, и, как результат, на решение редколлегии относительно публикации рукописи.

Главный редактор, член редколлегии и рецензенты должны оповестить о потенциальном конфликте интересов, который может как-то повлиять на решение редакционной коллегии. Члены редколлегии должны отказаться от рассмотрения рукописи, если они состоят в каких-либо конкурентных отношениях, связанных с результатами исследования автора(-ов) рукописи, либо если существует иной конфликт интересов.

При подаче рукописи на рассмотрение в журнал, автор(-ы) заявляет о том, что в содержании рукописи указаны все источники финансирования исследования; также указывают, какие имеются коммерческие, финансовые, личные или профессиональные факторы, которые могли бы создать конфликт интересов в отношении поданной на рассмотрение рукописи. Автор(ы), в письме при наличии конфликта интересов, могут указать ученых, которые, по их мнению, не смогут объективно оценить их рукопись.

Рецензент не должен рассматривать рукописи, которые могут послужить причинами конфликта интересов, проистекающего из конкуренции, сотрудничества или других отношений с кем-либо из авторов, имеющих отношение к рукописи.

В случае наличия конфликта интересов с содержанием рукописи, ответственный секретарь должен известить об этом главного редактора, после чего рукопись передается другому рецензенту.

Существование конфликта интересов между участниками в процессе рассмотрения и рецензирования не значит, что рукопись будет отклонена

Всем заинтересованным лицам необходимо, по мере возможности избегать возникновения конфликта интересов в любых вариациях на всех этапах публикации. В случае возникновения какого-либо конфликта интересов тот, кто обнаружил этот конфликт, должен незамедлительно оповестить об этом редакцию. То же самое касается любых других нарушений принципов, стандартов и норм публикационной и научной этики.

Неэтичное поведение

Неэтичным поведением считаются действия авторов, редакторов или издателя, в случае самостоятельного предоставления рецензии на собственные статьи, в случае договорного и ложного рецензирования, в условиях обращения к агентским услугам для публикации результатов научного исследования, лжеавторства, фальсификации и фабрикация результатов исследования, публикация недостоверных псевдо-научных текстов, передачи рукописи статей в другие издания без разрешения авторов, передачи материалов авторов третьим лицам, условия когда нарушены авторские права и принципы конфиденциальности редакционных процессов, в случае манипуляции с цитированием, плагиатом.

Теруге 23.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 29.12.2025 ж. қол қойылды.

Электронды баспа

3,01 МБ RAM

Шартты баспа табағы 9,55.

Таралымы 300 дана. Бағасы келісім бойынша.

Компьютерде беттеген А. К. Темиргалинова

Корректорлар: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Тапсырыс № 4492

Сдано в набор 23.12.2025 г. Подписано в печать 29.12.2025 г.

Электронное издание

3,01 МБ RAM

Усл. п. л. 9,55. Тираж 300 экз. Цена договорная.

Компьютерная верстка А. К. Темиргалинова

Корректоры: А. Р. Омарова, Д. А. Кожас

Заказ № 4492

«Toraighyrov University» баспасынан басылып шығарылған

Торайғыров университеті

Павлодар мемлекеттік университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

«Toraighyrov University» баспасы

Торайғыров университеті

140008, Павлодар қ., Ломов к., 64, 137 каб.

8 (7182) 67-36-69

e-mail: kereku@tou.edu.kz

www.vestnik-cb.tou.edu.kz