



Korkyt Ata University
since 1931

ХАБАРШЫ
АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ
ҒЫЛЫМДАРЫ

ISSN 1607-2782 (print)

ISSN 2958-8367 (online)

№4, (75)

2025

ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ ҚЫЗЫЛОРДА
УНИВЕРСИТЕТІНІҢ ХАБАРШЫСЫ

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

ҒЫЛЫМДАРЫ



ISSN 1607-2782 (print)
ISSN 2958-8367 (online)

**ҚОРҚЫТ АТА АТЫНДАҒЫ
ҚЫЗЫЛОРДА УНИВЕРСИТЕТІНІҢ
ХАБАРШЫСЫ**

**АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ
ҒЫЛЫМДАРЫ**

№4 (75), 2025

1999 жылғы наурыздан бастап шығады
Выходит с марта 1999 года
Published since March 1999

Жылына төрт рет шығады
Выходит четыре раза в год
Issued quarterly

**Қызылорда/Кызылорда/Kyzylorda
2025**

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ҒЫЛЫМДАРЫ

«Ауыл шаруашылығы ғылымдары» сериясы Қазақстан Республикасы Білім және ғылым министрлігі Білім және ғылым саласында сапаны қамтамасыз ету комитеті ғылыми еңбектің негізгі нәтижелерін жариялау үшін ұсынатын ғылыми басылымдар тізбесіне енген (21.02.2022 ж. № 63 бұйрық).

Л.А.Тохетова – ғылыми редактор, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының академигі

Редакция алқасы

- А.Б.Абуова** ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
- С.С.Арыстанғұлов** ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, доцент, «Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
- Ш.О.Бастаубаева** ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, Қазақстан Республикасы Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының академигі, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС басқарма төрағасы
- М.Т.Велямов** биология ғылымдарының докторы, профессор, Қазақстан Республикасы Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының Ресей жаратылыстану ғылымдары академиясының және Азық-түлік қауіпсіздігі ұлттық академиясының академигі, «Қазақ қайта өңдеу және тағам өнеркәсіптері ғылыми зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
- М.Г. Мустафаев** ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, Азербайжан ұлттық ғылым академиясының топырақтану және агрохимия институты, Азербайжан Республикасы
- Б.А. Дуйсембеков** биология ғылымдарының кандидаты, доцент, «Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
- Г.Л.Зеленский** ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, «Күріш федералды ғылыми-зерттеу орталығы» Федералдық мемлекеттік бюджеттік ғылыми мекеме, Ресей Федерациясы
- Н.Ж.Муслимов** техника ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор, Қазақстан Республикасы Ұлттық аграрлық ғылымдар академиясының академигі, Ш.Мұртаза атындағы халықаралық инновациялық институты, Қазақстан Республикасы
- Накиб Уллаһ Хан** PhD, профессор, Ауыл шаруашылығы университеті, Пешавар, Пәкістан Ислам Республикасы
- Ш.С.Рсалиев** биология ғылымдарының докторы, доцент, «Қазақ егіншілік және өсімдік шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Қазақстан Республикасы
- А.С.Рсалиев** ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, профессор, «QazBioPharm» Ұлттық холдингі» АҚ, Қазақстан Республикасы
- И.А.Таутенов** ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қазақстан Республикасы
- К.Н.Тодерич** PhD, Тоттори Университеті, Жапония

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ НАУКИ

Серия "Сельскохозяйственные науки" включена в перечень научных изданий, рекомендуемых Комитетом по обеспечению качества в сфере образования и науки Министерства образования и науки Республики Казахстан для публикации основных результатов научной деятельности (приказ № 63 от 21.02.2022 г.).

Л.А.Тохетова – научный редактор, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан

Редакционная коллегия

- А.Б.Абуова** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан
- С.С.Арыстангулов** кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им.Ж. Жиёмбаева», Республика Казахстан
- Ш.О.Бастаубаева** кандидат сельскохозяйственных наук, академик Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Республика Казахстан
- М.Т.Велямов** доктор биологических наук, академик Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан, Академик Российской Академии Естествознания и Академик Национальной академии по продовольственной безопасности Российской Федерации, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт перерабатывающей и пищевой промышленности», Республика Казахстан
- М.Г. Мустафаев** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, Институт почвоведения и агрохимии Национальной академии наук Азербайджана, Республика Азербайджан
- Б.А.Дуйсембеков** кандидат биологических наук, доцент, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты растений и карантина имени Ж.Жиёмбаева», Республика Казахстан
- Г.Л.Зеленский** доктор сельскохозяйственных наук, профессор, ФГБНУ «Федеральный научный центр риса», Российская Федерация
- Н.Ж.Муслимов** доктор технических наук, ассоциированный профессор, член-корреспондент Национальной академии аграрных наук Республики Казахстан, Международный инновационный институт имени Ш.Муртаза, Республика Казахстан
- Накиб Улла Хан** PhD, профессор, Аграрный университет, г.Пешавар, Пакистан
- Ш.С.Рсалиев** доктор биологических наук, доцент, ТОО «Казахский научно-исследовательский институт земледелия и растениеводства», Республика Казахстан
- А.С.Рсалиев** кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, АО «Национальный холдинг QazBioPharm», Республика Казахстан
- И.А.Таутенов** доктор сельскохозяйственных наук, Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Республика Казахстан
- К.Н.Тодерич** PhD, Университет Тоттори, Япония.

AGRICULTURAL SCIENCES

Series "Agricultural Sciences" is included in the list of scientific publications recommended by the Committee for Quality Assurance in the field of education and Science of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan for the publication of the main results of scientific work (Order No. 63 dated February 21, 2022)

L.A.Tokhetova – Scientific Editor, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan

Editorial Board

- A.B.Abuova** Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry, Republic of Kazakhstan
- S.S.Arystangulov** Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembayev», Republic of Kazakhstan
- Sh.O.Bastaubaeva** Candidate of Agricultural Sciences, Academician of the National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan, LLP "Kazakh scientific research of agriculture and plant growing»
- B.A.Duisembekov** Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, LLP «Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine named after Zhazken Zhiembayev», Republic of Kazakhstan
- N.Zh.Muslimov** Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Corresponding Member National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan, International Innovation Institute named after Sh.Murtaza
- Naqib Ullah Khan** Doctor of Philosophy (PhD), Professor, Agricultural University, Peshawar, Pakistan
- Mustafa G. Mustafayev** Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Institute of Soil Science and Agrochemistry of Azerbaijan National Academy of Sciences, Republic of Azerbaijan
- A.S.Rsaliev** Candidate of Agricultural Sciences, Professor, JSC "National Holding" QazBioPharm ", Republic of Kazakhstan
- S.S.Rsaliev** Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Kazakh Research Institute of Agriculture and Plant Growing LLP, Republic of Kazakhstan
- I.A.Tautenov** Doctor of Agricultural Sciences, Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan
- K.N.Toderich** Doctor of Philosophy (PhD), Tottori University, Japan
- M.T.Velyamov** Doctor of Biological Sciences, National Academy of Agrarian Sciences of the Republic of Kazakhstan, Academician of the Russian Academy of Natural Sciences and Academician of the National Academy for Food Security of the Russian Federation, Kazakh Research Institute of Processing and Food Industry LLP, Republic of Kazakhstan
- G.L.Zelensky** Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Federal Rice Research Center, Russian Federation

Баспа атауы – «Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті»

Баспа адресі – индекс 120014, Әйтеке би, 29А, Қызылорда қ., Қазақстан Республикасы

Наименование издателя – «Қызылординский университет имени Коркыт Ата»

Адрес издателя – индекс. 120014, ул Айтеке би, 29А, г.Қызылорда, Республика Казахстан

Name of the publisher – «Kyzylorda university named after Korkyt Ata»

The publisher's address is an index. 120014, Aiteke bi street, 29A, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan

АГРОФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЧВЫ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВОГО СОРГО В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ

Таугенов И.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор
ibadulla_t@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6837-1970>

Бекжанов С.Ж.^{1*}, PhD, ассоциированный профессор
ser.bekzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7876-8779>

Тохетова Л.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
lauramarat_777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-6956>

Култасов Б.Ш.², PhD
bekzathan70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4682-553X>

Нургалиев Н.Ш.¹, PhD, ассоциированный профессор
nurgaliyev-nurali@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6132-1818>

Балмаханов А.А.¹, магистр сельскохозяйственных наук
Adeke_65@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7609-1346>

¹Кызылординский университет им.Коркыт Ата, г.Кызылорда, Казахстан,

²Южно-Казахстанский университет имени М.Ауезова, г.Шымкент, Казахстан

Аннотация. Как показывают многолетние исследования ученых, природно-климатический потенциал Казахстанского Приаралья соответствует биологическим требованиям растений зернового сорго для возделывания как культуру рисового севооборота. Зерновое сорго отличается засухоустойчивостью, большой потенциальной способностью обеспечивать высокие урожай биомассы, универсальностью применения в пищевой промышленности, кормопроизводстве, а также как сырье в биоэнергетике. Тем не менее, использование в сельском хозяйстве этой перспективной культуры в регионе ограничено, что объясняется отсутствием обоснованных агроприемов возделывания и использования ее продукции на пищевые и кормовые цели. В статье представлены роль зернового сорго, проблемы реализации его потенциальной продуктивности, а также результаты исследования приемов основной обработки лугово-болотных почв на их агрофизические показатели и продуктивность зернового сорго. Актуальность исследований обусловлена поиском путей ресурсосберегающей технологии системы обработки почвы, как фактора повышения урожайности сельскохозяйственных культур и в частности, зернового сорго. Полевые опыты проведены на научно-производственном стационаре Казахского НИИ рисоводства им. И.Жахаева в 2024-2025 гг. Проведенные исследования показали, что разные приемы и глубина основной обработки почвы под зерновое сорго оказывали неодинаковое влияние на динамику агрофизических показателей плодородия лугово-болотных почв. Замена зяблевой вспашки (глубина обработки 23...25 см) на безотвальную обработку (глубина обработки 14...16 см) и плоскорезную – 13...15 см не приводило к повышению продуктивности биомассы зернового сорго.

Ключевые слова: сорго зерновое, рисовый севооборот, обработка почвы, коэффициент структурности, урожайность.

Введение. Кызылординская область является одним из основных регионов производства риса не только в Республике Казахстан, но и сопредельных государствах [1]. Однако, производство риса является одним из наиболее затратных и трудоемких в сравнении с другими культурами рисового севооборота в пересчете на 1 га [2].

Жесткие природно-климатические условия, такие как резко континентальный климат и нарастающий недостаток особенно водного ресурса в ближайшем будущем, требуют постоянного поиска путей повышения эффективности орошаемого земледелия. Кроме того, возделывание районированных зернофуражных культур (ячмень, просо, овес, кукуруза, рапс,

сафлор) недостаточно обеспечивает продовольственную безопасность страны, и как источники концентрированных и грубых кормов, не позволяют увеличить производство собственной кормовой базы и удовлетворить возрастающей потребности животноводства в рассматриваемом регионе [3].

В связи с этим возникает необходимость проведения корректировки и уточнения структуры посевных площадей с внедрением в производство суходольных культур, обеспечивающие увеличение валового сбора растениеводческой продукции при минимальных трудовых и материальных затратах. Тем не менее, размещение суходольных культур в системе рисового севооборота определяется их агротехническим значением и хозяйственно-целевым использованием. К числу таких культур можно отнести зерновое сорго. Зерновое сорго является одной из главных продовольственных, кормовых и технических культур [4-6]. Ее выращивают для обеспечения животноводства и птицеводства высококачественными кормами, перерабатывающую промышленность – сырьем для производства продовольственной крупы, сиропа, крахмала, спирта, биоэтанола.

Наряду с этим, данная культура играет важную роль в рисовой системе, как эффективная мелиоративная культура при освоении засоленных почв, так и способная снизить уровень грунтовых вод [7,8]. При выращивании также отпадает вегетационный полив посевов, что очень важно для парового поля в рисовых севооборотах.

Однако до настоящего времени они не получили достаточного хозяйственного использования в Кызылординской области, и основными сдерживающими факторами более широкого внедрения особенно зернового сорго в сельскохозяйственное производство, повышения их урожайности являются относительно низкий уровень проведения научных работ в плане селекции, недостаточно совершенные технологии возделывания в рисовой системе [9,10]. В подавляющем числе научных работ отмечается, что в повышении урожайности сельскохозяйственных культур, в том числе и зернового сорго, решающая роль принадлежит системе обработки почв и минеральным азотным удобрениям. Как отмечает Масливец В.А. [11], в условиях Западного Предкавказья эффективность возделывания промежуточных культур рисового севооборота во многом зависит от своевременного и качественного выполнения обработки почвы.

В структуре затрат при возделывании риса и культур рисового севооборота большой удельный вес (около 20,9-22,3%) занимает подготовка почвы к посеву [2]. В системе обработки почвы при возделывании таких культур по зональной технологии предусматривается до 12-14 проходов различных агрегатов по одному и тому же полю [12]. При таком количестве обработок переуплотняется пахотный и подпахотный слои почвы, распаляется ее структура, ухудшаются водно-физические, агрохимические и другие свойства, сдерживается рост урожайности риса и культур рисового севооборота. Следовательно, при использовании минимальных обработок почвы увеличивается условный чистый доход и повышается рентабельность возделывания сельскохозяйственных культур [4].

Значительное количество операций на подготовке почвы под посев риса и культур рисового севооборота обусловлено в первую очередь регулированием окислительно-восстановительных процессов в пахотном горизонте, созданию зернисто-пылеватого верхнего слоя почвы, выравниванию поверхности поля с точностью $\pm 3-5$ см, уничтожению сорной растительности [2].

Каждая система обработки почвы под сельскохозяйственную культуру разрабатывается с учетом многочисленных факторов. В современной научной и производственной практике имеются неодинаковые утверждения по эффективности отвальных, безотвальных, плоскорезных, минимальных, нулевых и комбинированных систем обработок. Тем не менее, вспашка с оборотом пласта продолжает оставаться преобладающим приемом основной обработки почвы, как в Казахстане, так и в большинстве стран земного шара. Отвальная обработка является основой экологически безопасных технологий, позволяющих существенно сократить использование химических средств и минеральных удобрений. Как

показывает практика в регионе, в условиях поздней уборки риса и дождливой осени хозяйствам региона не всегда удается выполнить зяблевую обработку в агротехнические сроки и на качественном уровне.

Исследования показали, что в условиях Кызылординской области применение оборотного плуга Lemken Juwel-7 способствовало получению коэффициента гребнистости 1,09 за счет одинаковой величины и формы пластов. Отмечено, что дискование зяби, заделка минеральных удобрений с последующим каткованием почвы под рис дискатором БДМ-«Агро» и культиватором HorschTerrano4 FX положительно влияет на структурно-агрегатный состав почвы перед посевом риса. Кроме того, использование оборотного плуга Lemken Juwel 7 и культиватора HorschTerrano4 FX в системе обработки лугово-болотных почв в условиях Кызылординской области способствует получению прибавки урожая риса в среднем на 7,1 ц/га [13]. Обработка почвы под сорговые культуры сильно не отличается от подготовки почвы под кукурузу. В качестве основной обработки рекомендуется проводить глубокую зяблевую вспашку или безотвальное рыхление.

В работах Бекжанова С.Ж., Мустафаева М.Г., Аленова Қ.Т., Кенжебек Р.Б. установлено, что минимизация основной и предпосевной обработки почвы под сахарное сорго в условиях Казахстанского Приаралья при уменьшении глубины основной обработки почвы и сокращения количества предпосевных обработок приводит к снижению плотности лугово-болотной почвы в слое 0-30 см [14,15]. Основным показателем качества зяблевой вспашки почвы является хорошая разделка почвы, поверхностная однородность поля и полная заделка растительных остатков. Традиционная обработка почвы с использованием плуга, который полностью переворачивает почву, вследствие чрезмерного рыхления требует не только огромных материальных затрат, но и разрушает выравненность поверхности чеков, и как правило, после прохода по полю образуются канавы при развале и бугры при свале.

Учитывая негативные последствия отвальной вспашки рисовых полей, на базе ТОО «Казахский НИИ рисоводства имени И.Жахаева» изучались возможности применения культиватора КРН-4,0 с лапчатыми рабочими органами для поверхностной обработки почвы вместо вспашки классическим плугом. Все изучаемые варианты, где предпосевная обработка почвы проводилась лапчатым культиватором были эффективными, по сравнению с общепринятой технологией, во-первых, для проведения их намного меньше расходуются денежные средства, во-вторых в связи с сохранением выравненной поверхности появились возможности выдерживать оптимальный уровень воды в чеках до 10-12 см в течение вегетации, повысить всхожести семян и выживаемости растений риса к уборке, что способствовало снизить расход оросительной воды и нормы высева семян до 15-17%. Самая высокая урожайность риса получена на варианте, где культивация проводилась на глубину 15 и 18 см – 52,9 и 54,0 ц/га соответственно, что выше на 2,8 и 3,9 ц/га больше, по сравнению с общепринятой предпосевной обработкой – весновспашка на глубину 22–24 см + планировка + боронование (50,1 ц/га) [16].

При изучении традиционной, минимальной и нулевой технологии обработки темно-каштановых почв в сухостепной зоне Западно-Казахстанской области выявлено, что накопление пожнивно-корневых остатков при нулевой обработке больше, чем по остальным видам обработок и, следовательно, накопление гумуса в этих вариантах было выше. При этом, по сорго показатели выше, чем по яровой пшенице, это связано с биологической особенностью культуры. Запасы продуктивной влаги по традиционной обработке составил 23,9 мм, при нулевой – 26,8 мм [17].

В последние годы отмечается четкая тенденция не только к минимализации предпосевной обработки почвы под поздние пропашные культуры, но и к ее рационализации, то есть к тому, чтобы каждый прием предпосевной обработки обеспечивал строго определенные функции.

На выщелоченном черноземе Закамской селекционно-семеноводческой опытной станции Алексеевского района на фоне отвальной зяби изучали целесообразность

использования различных орудий для предпосевной подготовки почвы. Самая низкая выравненность поверхности почвы (83%) была в варианте предпосевной обработки боронами-культиваторами ВНИИСС-Р. Средние проценты выравненности отмечались при проведении предпосевной обработки машинами КПГ-4 и КПС-4. Наибольшую выравненность имела почва после обработки КБМ-10. Наибольшая глыбистость (количество земляных комков диаметром более 5 см на 1 м²) - 6,0 шт./м² была на почве после обработки ее боронами-культиваторами ВНИИСС-Р. Наименьшую глыбистость (2,8 шт/м²) из вариантов предпосевной обработки почвы имел вариант обработки культиватором КБМ-10[18].

Анализ литературных данных свидетельствует, что в настоящее время нет четко обоснованных рекомендаций и выводов по выбору почвообрабатывающих орудий и технологии для обработки почвы под культуры рисового севооборота. Кроме того, при высокой культуре земледелия и достаточном количестве средств защиты растений рекомендуется сокращать до минимума многооперационную технологию обработки почв.

Основная цель наших исследований – изучение влияния разных приемов основной обработки лугово-болотных почв на их агрофизические показатели и продуктивность зернового сорго.

Условия, материалы и методы. Полевые опыты закладывались на научно-производственном участке Казахского НИИ рисоводства им. И.Жахаева. Почва опытных участков – лугово-болотная, старопахотная, староорошаемая типичная почва рисовых систем. Содержание общего гумуса в пахотном слое колебалось в пределах 0,9-1,1%, что свидетельствует о ее низком плодородии. Предшественник – рис. Содержание общего гумуса в почве – 0,9-1,2%. Тип засоления – хлоридно-сульфатный.

Учетная площадь одной делянки составляет 600 м²(12x50 м), повторность – трехкратная. Объектом исследования выбран районированный в регионе сорт зернового сорго Тагамдык 2017. Норма высева семян – 240 тыс.всхожих семян/га. Изучение динамики роста и развития зернового сорго проводили с общепринятыми методическими положениями, рекомендованными Б.А.Доспеховым [19,20], хозяйственно-ценные признаки – согласно широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* [21].

Гребнистость (высота гребней) поверхности пашни определяется замером высоты гребней с помощью профилографа после зяблевой вспашки. Сначала определяют профиль необработанного участка поля, затем обработанного разными орудиями. Для этого на поверхность поля поперек направления обработки почвы по всей рабочей ширине захвата агрегата профилографом измеряют высоту всех гребней с шагом 5 см от основания гребня до рейки (рисунок 1).



Рисунок 1 – Определение гребнистости поля с помощью профилографа

Глыбистость вспаханного поля определяется наложением рамки 100x100 см, разделенной через 25 см натянутой проволокой. Затем подсчитывают количество глыб, размером выше 5 см и более, а также занимаемая ими площадь на 1 м² рамки. Определение

проводится с 5-кратной повторяемостью по диагонали участка. Допускается площадь под глыбами не более 15...20% (рисунок 2).



Рисунок 2 – Определение глыбистости пашни с помощью квадратной рейки

Структурность почвы – набором сит сухим рассеиванием [22];

Плотность почвы (г/см^3) определяли объемно-весовым методом по Н.А.Качинскому (пробы отбирались из слоев 0-10, 10-20, 20-30 см с помощью цилиндра объемом 100 см^3); удельная плотность почвы (г/см^3) – буром Н.А.Качинского методом режущих колец послойно через 10 см до глубины 30 см. Плотность необработанного слоя почвы определяли в пяти местах на одинаковом расстоянии друг от друга по диагонали делянки. Плотность почвы определялась до и после зяблевой вспашки, весной после предпосевного прикатывания.

Коэффициент структурности ($K_{стр}$) определяют по следующей формуле [2]:

$$K_{стр} = \frac{\Sigma(10-0,25 \text{ мм})}{\Sigma(>10 \text{ мм}, <0,25 \text{ мм})} \quad (1)$$

Схема опытов включают следующие агротехнологические операции:

1. Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (ПЛН-5-35);
2. Рыхление (безотвальная обработка) на глубину 14-16 см (ПЛН-5-35);
3. Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см (КПН-4,0)

Агротехника возделывания – зональная для возделывания культур рисового севооборота [9]:

1. Основная обработка почвы после уборки риса согласно схеме опыта в агрегате Т-150-К;
2. Дискование тяжелыми боронами БДТ-3 на глубину 14-16 см (весной, при физической спелости почвы);
3. Боронование зубвыми боронами БЗСС-1,0 в 2 следа на глубину 8-10 см для закрытия влаги в агрегате Т-150-К;
4. Эксплуатационная планировка чека планировщиком грунта «Мара» в агрегате Т-150-К (при необходимости);
5. Внесение азотно-фосфорных удобрений разбрасывателем минеральных удобрений «Аккорд» согласно схеме опыта в агрегате МТЗ-80;
6. Заделка удобрений тяжелыми боронами БДТ-3 на глубину 8-10 см в агрегате Т-150-К;
7. Первая культивация культиватором КПС-4 на глубину 5-7 см после массового появления сорняков на опытном участке (начало мая);
8. Вторая культивация культиватором КПС-4 на глубину 5-7 см перед посевом (третья декада мая);
9. Поделка поливных борозд бороздоделом КЗУ-0,4 в агрегате МТЗ-80;

10. Посев семян зернового сорго селекционной сеялкой СС-1,0 на глубину 3-4 см в агрегате МТЗ-80;

11. Вслед за посевом каткование участка ребристыми катками ЗКК-6,0 в агрегате МТЗ-82;

12. Через 4-5 дней после посева междурядная обработка культиватором для уничтожения сорняков;

13. Вторая междурядная обработка через 3-4 недели после первой междурядной обработки культиватором на глубину 10-12 см для уничтожения сорняков и удаления почвенных корок;

14. Согласно программе исследования вегетационный полив по бороздам опытного участка;

15. Уборка урожая в фазе выметывания и полной спелости зерна.

Результаты и обсуждение. Система обработки почвы в рисовом севообороте имеет важное значение, так как на нее приходится большая часть материальных и производственных расходов.

Удовлетворять следующим требованиям: эффективное уничтожение сорной растительности; сбережение влаги в почве; создание выровненной поверхности и семенного ложа для равномерного размещения семян на заданную глубину

В наших исследованиях прошли проверку несколько вариантов основной обработки почв по сравнению с ежегодной зяблевой вспашкой, взятой в качестве контроля. Перед вспашкой экспериментальное поле было освобождено от соломы и грубых растительных остатков. Как известно, лучшее качество рыхления и крошения достигается при обработке почвы в состоянии физической спелости; обработка сухой почвы приводит к сильной глыбистости и требует больших энергетических затрат. Агротехническую оценку опытного участка проводили после уборки риса с целью изучения показателей качества осенней вспашки разными почвообрабатывающими орудиями (таблица 1).

Таблица 1 – Агротехническая оценка опытного участка перед осенней вспашкой (2024 г.)

Показатели	Фактические данные
Дата проведения вспашки	22 октября
Средняя температура воздуха, °С	9,6
Предшественники	рис второго года
Влажность почвы, %:	
в слое 0-10 см	27,1
в слое 10-20 см	29,4
в слое 20-30 см	29,8
Плотность почвы, г/см ³ :	
в слое 0-10 см	1,34
в слое 10-20 см	1,31
в слое 20-30 см	1,26
Количество растительных остатков, шт/м ²	11,4
Ботанический состав растительных остатков	корни риса, клубнекамышей, тростника и просовидных сорняков

Среднемесячная температура воздуха в октябремесеца была достаточно высокой и составила 11,5⁰С, отклонение при этом от среднемноголетней +0,9⁰С. Сложившиеся погодные условия в осенне-зимний период в зоне исследований способствовали активным микробиологическим процессам и минерализации растительных остатков в почве опытного участка.

На практике содержание влаги в почве в пределах рисового поля неодинаково и варьируется в зависимости от неровности поверхности чека. На нашем опытном участке

влажность пахотного слоя почвы существенно не различалась и колебалась от 27,1 до 29,8% в зависимости от пахотного слоя. В целом влажность и твердость пахотного слоя почвы соответствовали агротехническим требованиям осенней вспашки лугово-болотных почв.

Качество обработки почвы зачастую определяется спелостью почвы и погодноклиматическими условиями, сроком обработки, квалификацией механизатора, техническими характеристиками и состоянием почвообрабатывающей техники. Почва, обработанная осенью, весной быстро созревает, что позволяет проводить ранневесеннюю предпосевную обработку и сеять ранние культуры в подходящие агротехнические сроки.

В качестве критериев оценки осенней обработки почвы были определены высота гребней (коэффициент гребнистости) и глыбистость обработанной поверхности. Эти параметры считаются важными на рисовых полях, так как при возделывании риса и культур рисового севооборота необходимо тщательно обрабатывать почву и выровнять поверхность поля. Зябь не должна быть чрезмерно грубой, поскольку дополнительная обработка такой почвы тяжелыми дисковыми боронами и катками не может полностью устранить ее дефекты. Кроме того, некачественная вспашка почвы создает дополнительные проблемы весной и снижает эффективность подготовки почвы к посеву сельскохозяйственных культур. Тем не менее, подъем пласта осенью ускоряет процесс минерализации корневых остатков в осенне-весенние периоды.

Визуальное наблюдение за опытами показывает, что по сравнению безотвальной и плоскорезной обработок, зяблевая вспашка на глубину 25-27 см классическими плугами типа ПЛН-5-35 приводит к большой глыбистости (20,0-22,0%), к частичному нарушению рельефа чека, при этом пласты почвы были неоднородными, на отдельных участках поля не прилегали друг к другу. Кроме того, за счет формирования пластов неодинакового размера и формы, а также их размещения на неодинаковом расстоянии друг от друга коэффициент гребнистости в варианте отвальной вспашки составил 1,14 (таблица 2).

Таблица 2 – Влияние способов основной обработки почвы на гребнистость поверхности почвы, (2024 год)

Виды основной обработки почвы	Гребнистость, м		Коэффициент гребнистости
	длина профильной линии	длина проекции*	
Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (контроль)	13,7	12,0	1,14
Рыхление (безотвальная обработка) на глубину 14-16 см	13,1	12,0	1,09
Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см	12,3	12,0	1,02

Примечание*: длина проекции равна ширине учетной деланки

Безотвальная обработка исключает переворачивание почвы, это обеспечивает заделку корнеостатков растений в аэробный слой, снижает скорость истощения грунта, на поверхность не извлекается нижний неплодородный слой почвы и менее затратен. На варианте безотвального рыхления плуг равномерно входил как по глубине, так и ширине обработки, это дало возможность большему сохранению первоначального сложения и хорошей выровненности поверхности поля (коэффициент гребнистости 1,09).

Использование культиватора-плоскореза КПН-4,0 оказывал меньшее рыхляще-крошащее действие на обрабатываемый слой почвы и большая часть послеуборочных остатков корней предшественника и сорняков остались на поверхности поля. На этом варианте коэффициент гребнистости составил 1,02 и находился на самом оптимальном значении в опытах (рисунок 3).

На вариантах обычной вспашки и безотвального рыхления путем визуального осмотра

обнаружено наличие скрытых огрехов. Как известно, огрехи способствуют размножению сорняков и вредителей культурных растений, а также препятствуют работе последующих агрегатов на обработанном поле.

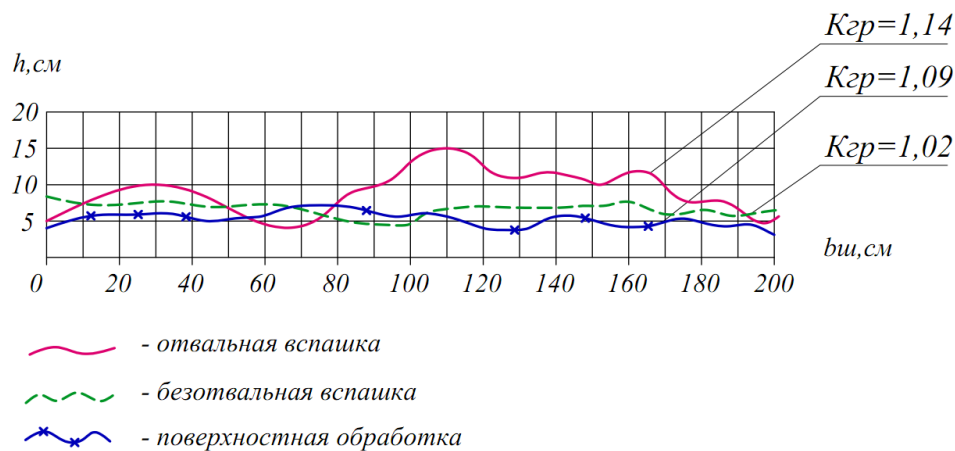


Рисунок 3. Профилограммы поля после основной обработки почвы, (2024 г.)

В целом, коэффициент гребнистости и количество глыбистости обработанного поля в большинстве случаев зависели не только от физического состояния поля, но и от конструктивных особенностей сравниваемых почвообрабатывающих орудий.

Весенне-полевые работы на опытном участке начались в 1-ой декаде апреля при физической спелости почвы. На обработанном осенью разными орудиями экспериментальном участке проводили дискование, боронование, эксплуатационную планировку, внесение и заделку азотно-фосфорных удобрений. Надо отметить, что в вариантах рыхления с безотвальной обработки и плоскорезной обработки из-за хорошей выровненности эксплуатационная планировка участка не проводилась.

В первой декаде мая после появления однолетних злаковых сорняков и многолетних корневищ на опытном участке проводили первую культивацию, вторую – непосредственно в день посева семян зернового сорго сорта Тагамдык 2017.

Плотность сложения имеет почвенно-зональный характер и зависит от содержания в ней гумуса, ее гранулометрического состава и структуры. Зерновое сорго, как большинство сельскохозяйственных растений, лучше произрастает и развивается при плотности сложения почвы в пределах $1,10-1,30 \text{ г/см}^3$. В такой слой проникают корни растений, в нем хорошо развиты капилляры, за счет этого растения хорошо обеспечиваются влагой независимо от складывающихся погодных условий после посева. Верхний рыхлый слой защищает плотное ложе от испарения влаги и иссушения, через него происходит воздухообмен и поступает тепло.

В результате почвенного анализа выявлено, что промерзание почвы, вспаханной осенью под влиянием погодных условий зимнего периода способствовало естественному ее разрыхлению. В связи с чем, к началу весенних предпосевных обработок (2-я декада апреля) на всех вариантах опыта плотность почвы была сравнительно одинакова и в зависимости от вариантов опыта находилась в пределах $1,25-1,30 \text{ г/см}^3$ (таблица 3).

К моменту проведения посева семян наименьшую плотность $1,25 \text{ г/см}^3$ в слое 0-20 см имели участки, где велась зяблевая обработка на глубину 25-27 см. Сильнее уплотнялась почва при плоскорезной обработке ($1,30 \text{ г/см}^3$), в меньшей степени при безотвальной – $1,28 \text{ г/см}^3$.

Анализ полученных данных позволяет утверждать, что минимальное воздействие рабочих органов орудий и уменьшения глубины обработки приводили к увеличению плотности лугово-болотных почв на $0,05 \text{ г/см}^3$.

Таблица 3 – Плотность почвы в слое 0-20 см перед посевом при различных способах обработки почвы, г/см³, 2025 год

Виды основной обработки почвы	Плотность почвы		Разница плотности
	до посева	после уборки	
Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (контроль)	1,25	1,28	0,03
Рыхление (безотвальная обработка) на глубину 14-16 см	1,28	1,29	0,01
Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см	1,30	1,31	0,01
НСР ₀₅	0,02		

Одним из лимитирующих факторов для прорастания семян является влажность почвы, которая зависит от ряда факторов, таких как метеорологические условия, уровень агротехники, степень плодородия и агрофизические свойства почв. Из литературных источников известно, что на образование единицы сухого вещества сорго, благодаря его ксерофитным свойствам, расходует на 15-20% воды меньше, чем кукуруза.

Результаты изучения влажности почвы непосредственно в день посева при различных способах обработки почв под зерновое сорго приведены в таблице 4.

Таблица 4 – Влажность почвы в слое 0-20 см перед посевом семян при различных способах обработки почвы, от массы сухой навески, 2025 год

Виды основной обработки почвы	Глубина, см		
	0-5	5-10	10-20
Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (контроль)	16,7	18,0	20,1
Рыхление (безотвальная обработка) на глубину 14-16 см	19,0	21,3	22,0
Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см	20,3	21,8	22,6

Полученные результаты показывают, что разные приемы обработки почвы неодинаково влияют на уровень влаги пахотного горизонта под зерновое сорго. Так, максимальная потеря влаги в слое 0-5 см происходила после зяблевой вспашки на глубину 25-27 см (16,7%), в то время как на варианте безотвальной обработки этот показатель составил 19,0%. Наиболее интенсивно почва на делянках сохраняла влагу при плоскорезной обработке культиватором и превысила более чем на 3,6% контрольный вариант.

Для обеспечения оптимальных условий для прорастания семян зернового сорго необходимо, чтобы в слое 0-5 см отсутствовали глыбы размером больше 25 мм, превышающие глубину заделки семян. Результаты исследования показали, что изучаемые способы основной обработки почвы по-разному влияли на естественные процессы структурообразования и приводили к изменению состава агрономически ценных частиц диаметром от 10 до 0,25 мм (таблица 5).

Таблица 5 – Агрегатный состав и коэффициент структурности почвы в слое 0-5 см перед посевом семян при различных способах обработки почвы, % к массе пробы, 2025 год

Виды основной обработки почвы	Размеры (мм) и доля (%) агрегатов					Коэффициент структурности
	>25	25-10	10-1	1-0,25	<0,25	
Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (контроль)	11,6	36,3	36,5	14,9	0,9	1,05
Рыхление (безотвальная обработка) на глубину 14-16 см	12,2	37,6	35,5	14,0	0,7	0,98
Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см	12,4	38,1	35,2	13,6	0,7	0,95

Наибольшее количество агрегатов размером от 0,25 до 10,0 мм в слое почвы 0-5 см наблюдалось при зяблевой вспашке, где коэффициент структурности составил 1,05. Наименьшее количество агрегатов (48,8% от общего фракционного состава) и минимальное значение коэффициента структурности 0,95 сложилась на плоскорезной обработке, проводимой культиватором КПН-4,0. Доля разрушения структурных агрегатов, т.е. <0,25 мм, колебалась в пределах 0,7-0,9.

Таким образом, в результате исследований выявлено, что в условиях Казахстанского Приаралья содержание агрономически ценной фракции повышается с увеличением глубины обработки лугово-болотных почв.

В наших опытах первые всходы семян зернового сорго появились через 11-13 дней после посева. Как показали первые учеты на экспериментальном участке, различные способы основной обработки почвы неравномерно оказали на ростовые процессы растений зернового сорго. Наиболее высокая полевая всхожесть семян зернового сорго, полученные на остаточных после уборки риса запаса влаги, составила 78,0% при плоскорезной обработке, в то время как на контроле отмечено снижение данного показателя на 8,8%. В варианте рыхление с безотвальной обработкой также прослеживается уменьшение всхожести семян по сравнению с плоскорезной обработкой более чем на 6,4% (таблица 6).

Таблица 6 – Полевая всхожесть семян, сохранность растений к уборке и урожайность биомассы зернового сорго при различных способах обработки почвы, 2025 год

Виды основной обработки почвы	Полевая всхожесть		Сохранность растений		Урожайность, т/га	
	шт/м ²	%	шт/м ²	%	зеленой массы	зерна
Зяблевая вспашка на глубину 25-27 см (контроль)	16,6	69,2	12,8	77,1	32,2	2,8
Безотвальная обработка на глубину 14-16 см	17,2	71,6	11,2	65,1	28,6	2,3
Плоскорезная обработка на глубину 13-15 см	18,7	78,0	12,5	66,8	29,0	2,4

Более низкая всхожесть семян зернового сорго на этих участках можно объяснить низкой влажностью почв в период посев-всходы (таблица 4).

Полевая всхожесть, как известно, коррелируется с показателем степени сохранности растений, которая характеризует число сохранившихся к уборке растений в процентах к числу взошедших. В ходе исследований нами установлено, что сохранность растений зернового сорго перед уборкой на безотвальной и плоскорезной обработках, не имела существенной разности и колебалась соответственно 65,1 и 66,8%. Данный показатель можно считать относительно оптимальной для изучаемой зоны. Имеющиеся различия в 2..3 растения по вариантам опыта в принципе отражают не влияние агрофизических свойств почв в период вегетации, а точность формирования густоты стояния и продуктивной кустистости растений зернового сорго.

Основным показателем, характеризующим тот или иной способ обработки почвы в опытах, является урожайность зерна и биомассы. Установление взаимосвязи урожайности сельскохозяйственных культур с агрофизическими свойствами почвы дает возможность изменять их в правильном направлении за счет оптимального выбора способов обработки почв. Анализ представленных данных в таблице 6 позволяет сделать вывод, что при учете урожайности зеленой массы зернового сорго в фазе выметывания, высокий показатель установлен на варианте зяблевой вспашки (32,2 т/га), тогда как на других двух вариантах данный показатель колебалась в пределах 28,6-29,0 т/га, т.е. наилучшая сохранность растений обусловила к высокому сбору зеленой массы.

Учет зерна в фазе полной спелости зерна на фоне зяблевой вспашки также способствовало получению максимального сбора зерна в объеме 2,8 т/га по сравнению с другими вариантами опыта. Замена основной обработки почвы на безотвальную и плоскорезную обработки привело к некоторому снижению продуктивности зерна в пределах 0,4-0,5 т/га, что также подтверждает преимущество рекомендуемой технологии системы обработки лугово-болотных почв в Казахском Приаралье.

Выводы. Отвальная зяблевая вспашка на 25-27 см в рекомендованной системе основной обработки лугово-болотных почв обеспечивает на момент проведения предпосевной обработки удовлетворительное строение пахотного горизонта и дает высокий урожай по сравнению с безотвальной и плоскорезной обработками. Повышение качества подготовки почвы к посеву обеспечивается главным образом, увеличением глубины обработки. В наших опытах также замечено, на участках, где глыбистость почвы высокая, потери влаги на испарение возрастают.

Исследуемый плоскорезный культиватор КРН-4,0 в качестве основной обработки почвы под зерновое сорго обеспечивает меньшее рыхляще-крошащее действие на обрабатываемый слой почвы и оптимальную выровненность поверхности поля.

Финансирования. Исследования выполнены в рамках грантового финансирования Комитета по науке Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, грант ИРНАР23489478 «Экологическое испытание сортов зернового сорго отечественной и зарубежной селекции на засоленных почвах рисовых систем Казахского Приаралья», 2024-2026 г.г.

Литература:

[1] **Таутенов, И.А.,** Бекжанов С.Ж., Нурғалиев Н.Ш., Жалғасов А.У. Продуктивность генотипов сахарного сорго в условиях Казахского Приаралья. Научные инновации – аграрному производству // Материалы междунаучной конференции, посвященной 100-летию юбилею Омского ГАУ. – Омск. 21 февраля, 2018. – С. 348-351.

[2] **Уджуху, А.Ч.,** Шашенко, В.Ф. Регулирование почвенного плодородия в рисовых севооборотах. – Краснодар: Советская Кубань, 2003. – 192 с.

[3] **Kultasov, B.Sh.,** Bekzhanov S.Zh., Tautenov I.A., Tokhetova L.A., Makhmadjanov S.P. Influence of tillage tools on agrophysical parameters of meadowboggy soil and rice productivity in Kazakhstan // SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 2023. – №55 (6). – P. 2207-2219, <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.6.31>. <http://sabraojournal.org/> p ISSN 1029-7073; eISSN 2224-8978.

[4] **Булекова, А.А., Сапарова, Р.Х.** Технология возделывания сортов сорго в условиях Приаралья // Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, 2020. – №1-2 (58)

[5] **Куньпияева, Г.Т., Жапаев Р.К.,** Оспанбаев Ж.О., Бекжанов С.Ж., Хидиров А.Э. Қазақстанның оңтүстік шығыс және солтүстік аймақтарында құмайдың онтогенез ерекшеліктері // Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы, 2023. – №3-1 (66). – Б.150-160. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v66.i3.076>

[6] **Абдулова, А.А.** (Булекова А.А.), Шарафиева Ж.Р., Сунгатқызы С. Зерновое сорго – перспективная культура для Приаралья // Достижения и перспективы в обл. селекции, использования генетических ресурсов и агротехнологий в усложняющемся климата: сб. науч. тр., посв. 85-летию со дня основания Карабалыкской СХОС, 2015. – С. 22-26.

[7] **Таутенов, И.А.,** Бекжанов С.Ж., Жалғасов А.У. Қызылорда облысы жағдайында тұқым себу тереңдігінің қант құмайының өнімділігі мен өнім сапасына әсері. Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты. Қазақ ұлттық аграрлық университеті. Алматы, 2018. – №2 (78). 339-245 бб.

[8] **Сарсенбаев, Б.А.** Сорго сахарное перспективная культура многоцелевого назначения // Известия Национальной академии Республики Казахстан. Серия биологических и медицинских наук, 2014. – №3. – С. 3-9.

[9] **Уджуху, А.Ч.,** Таутенов И.А., Бекжанов С.Ж., Имангазиев П.О. Влияние способов посева

и норм высевы семян на урожайность зеленой массы сахарного сорго в рисовой системе Казахстанского Приаралья // Научно обеспечение производства сельскохозяйственных культур в современных условиях: матер. межд. научн.-практ. конф. – Краснодар, 2016. – С. 209-214.

[10] **Таутенов, И.А.,** Уджуху А.Ч., Бекжанов С.Ж., Жапаев Р.К. Қазақстандық Арал өңірінің күріш жүйелері жағдайында қант құмайының су режимі және минералды қоректенуі // С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық университетінің Ғылым Жаршысы. – Астана, 2016. – №3(90). – Б. 75-83.

[11] **Масливец, В.А.** Промежуточные посеы в рисовых севооборотах Западного Предкавказья. – Краснодар, 2002. – 162 с.

[12] Рекомендации по проведению весенне-полевых работ в Кызылординской области. – Кызылорда, 2024. – 43 с.

[13] **Таутенов, И.А.,** Тохетова Л.А., Бекжанов С.Ж., Наурызбаев А.Ж., Култасов Б.Ш. Күріш жүйелерінің топырақтарын түрлі құралдармен өңдеудің күріш өнімділігіне және оның экономикалық тиімділігіне әсері // Қорқыт Ата атындағы Кызылорда университетінің Хабаршысы, 2023. – №4 (67). – Б.6-16. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v67.i4.110>

[14] **Бекжанов, С.Ж.,** Мустафаев М.Г., Аленов Қ.Т., Кенжебек Р.Б. Топырақ өңдеу тәсілдерінің шалғынды-батпақты топырақтарының агрофизикалық қасиеттеріне әсері // Қорқыт Ата атындағы Кызылорда мемлекеттік университетінің Хабаршысы, 2020. – №1 (54). – Б. 19-23.

[15] **Бекжанов, С.Ж.,** Таутенов И.А., Таженова С.Қ., Кенжебек Р.Б. Ауыспалы күріш егісінде өсірілетін қант құмайы дәндерінің өнімділігі мен сапасы. «Астық саласы: даму күйі мен келешегі»: Қазақстан республикасы Ұлттық ғылым академиясының академигі Ізтаев Әуелбек Ізтайұлының 70 жылдығына арналған халықар. Ғылыми-тәжірибелік конференция материалдары (28 ақпан 2020 жыл) – Алматы: АТУ, 2020. – Б. 34-36.

[16] **Шермагамбетов, К.,** Тохетова Л.А., Курамбердиева С.Ж., Абжалелов Б.Б. Применение минимальной обработки почвы в условиях рисовых систем Казахстанского Приаралья // Международный журнал экспериментального образования, 2015. – № 6. – С. 35-37.

[17] **Булеков, Т.А.,** Сапарова Р.Х., Булекова А.А. Зависимость урожайности кормовых культур от различных технологий возделывания // Научно-практический журнал Западно-Казахстанского аграрно-технического университета имени Жангир хана, 2020. – №1-2 (58). – С. 21-24.

[18] **Четырчинский, А.В.,** Нафиков, М.М., Замайдинов, А.А. Некоторые особенности предпосевной обработки почвы под сорго в Закамье // Современные проблемы науки и образования. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9390

[19] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта // – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

[20] Методика Государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. – Алматы, – 2002. – Вып. 1. – 378 с.

[21] **Якушевский, Е.С.** Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ возделываемых видов рода *Sorghum Moench* / Е.С. Якушевский, С.Г. Варадинов, В.А. Корнейчук, Л. Банья. – Ленинград: ВИР, 1982. – 34 с.

[22] **Лыков, А.М.,** Туликов, А.М. Практикум по земледелию с основами почвоведения. – М.: Колос, 1976. – 192 с.

References:

[1] **Tautenov, I.A.,** Bekzhanov S.Zh., Nurgaliev N.Sh., Zhalgasov A.U. Produktivnost' genotipov saharного sorго v usloviyah Kazahstanskogo Priaral'ja. Nauchnye innovacii – agrarnomu proizvodstvu. Materialy mezhd. nauchno-prakt. konferencii, posvjashhennoj 100-letnemu jubileju Omskogo GAU. – Omsk. 21 fevralja, 2018. – S. 348-351. [in Russian]

[2] **Udzhuhu, A.Ch.,** Shashhenko, V.F. Regulirovanie pochvennogo plodorodija v risovyh sevooborotah. – Krasnodar: Sovetskaja Kuban', 2003. – 192 s. [in Russian]

[3] **Kultasov, B.Sh.,** Bekzhanov S.Zh., Tautenov I.A., Tokhetova L.A., Makhmadjanov S.P. Influence of tillage tools on agrophysical parameters of meadowboggy soil and rice productivity in Kazakhstan // SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 2023. – №55 (6). – R. 2207-2219, <http://doi.org/10.54910/sabrao2023.55.6.31>. <http://sabraojournal.org/> p ISSN 1029-7073; eISSN 2224-8978.

[4] **Bulekova, A.A.,** Saparova, R.H. Tehnologija vzdelyvanija sortov sorго v usloviyah Priural'ja // Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazahstanskogo agrarno-tehnicheskogo universiteta imeni Zhangir

hana, 2020. – №1-2 (58) [in Russian]

[5] **Kunypijaeva, G.T.**, Zhapaev R.K., Ospanbaev Zh.O., Bekzhanov S.Zh., Hidirov A.Je. Qazaqstannyn ontustik shygys zhane soltustik ajmaqtarynda qumajdyn ontogenez erekshelikteri // Qorqyt Ata atyndagy Qyzylorda universitetinin Habarshysy, 2023. – №3-1 (66). – B.150-160. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v66.i3.076> [in Kazakh]

[6] **Abdulova A.A.** (Bulekova A.A.), Sharafieva Zh.R., Sungatqyzy S. Zernovoe sorgo – perspektivnaja kul'tura dlja Priural'ja // Dostizhenija i perspektivy v obl. selekcii, ispol'zovanija geneticheskix resursov i agrotehnologij v usl.izmenjajushhegosja klimata: sb. nauch. tr., posv. 85-letiju so dnja osnovanija Karabalykskoj SHOS, 2015. – S. 22-26. [in Russian]

[7] **Tautenov, I.A.**, Bekzhanov S.Zh., Zhalgasov A.U. Qyzylorda oblysy zhagdajynda tukym sebu terendiginin qant qumajynyn onimdiligi men onim sapasyna aseri. Izdenister, natizheler – Issledovanija, rezul'taty. Qazaq ulttyq agrarlyq universiteti. Almaty, 2018. – №2 (78). 339-245 bb. [in Kazakh]

[8] **Sarsenbaev, B.A.** Sorgo saharnoe perspektivnaja kul'tura mnogocelevegogo naznachenija // Izvestija Nacional'noj akademii Respubliki Kazahstan. Serija biologicheskix i medicinskix nauk, 2014. – №3. – S. 3-9. [in Russian]

[9] **Udzhuhu, A.Ch.**, Tautenov I.A., Bekzhanov S.Zh., Imangaziev P.O. Vlijanie sposobov poseva i norm vyseva semjan na urozhajnost' zelenoj massy saharnogo sorgo v risovoj sisteme Kazahstanskogo Priaral'ja // Nauchno obespechenie proizvodstva sel'skoxozjajstvennyh kul'tur v sovremennyh uslovijah: mater. mezhd. nauchn.-prakt. konf. – Krasnodar, 2016. – S. 209-214. [in Russian]

[10] **Tautenov, I.A.**, Udzhuhu A.Ch., Bekzhanov S.Zh., Zhapaev R.K. Qazaqstandyq Aral onirinin kurish zhujeleri zhagdajynda qant qumajynyn su rezhimi zhane mineraldy qorektenui // S.Sejfullin atyndagy Qazaq agrotehnikalyq universitetinin Gylym Zharshysy. Astana, 2016. – №3(90). – B. 75-83. [in Kazakh]

[11] **Maslivec, V.A.** Promezhutochnye posevy v risovyh sevooborotah Zapadnogo Predkavkaz'ja. – Krsnodar, 2002. – 162 s. [in Russian]

[12] Rekomendacii po provedeniju vesenne-polevyh rabot v Kyzylordinskoj oblasti, – Kyzylorda, 2024. – 43 s. [in Russian]

[13] **Tautenov, I.A.**, Tohetova L.A., Bekzhanov S.Zh., Nauryzbaev A.Zh., Kultasov B.Sh. Kurish zhujelerinin topyraqtaryn turli quraldarmen ondeudin kurish onimdiligine zhane onyn jekonomikalyq tiimdiligine aseri // Qorqyt Ata atyndagy Qyzylorda universitetinin Habarshysy, 2023. – №4 (67). – B.6-16. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2023.v67.i4.110> [in Kazakh]

[14] **Bekzhanov, S.Zh.**, Mustafaev M.G., Alenov Q.T., Kenzhebek R.B. Topyraq ondeu tasilderinin shalgyndy-batpaqty topyraqtarynyn agrofizikalyq qasietterine aseri // Qorqyt Ata atyndagy Qyzylorda memlekettik universitetinin Habarshysy, 2020. – №1 (54). – B. 19-23. [in Kazakh]

[15] **Bekzhanov, S.Zh.**, Tautenov I.A., Tazhenova S.Q., Kenzhebek R.B. Auyspaly kurish egisinde osiriletin qant qumajy danderinin onimdiligi men sapasy. «Astyq salasy: damu kuji men keleshegi»: Qazaqstan respublikasy Ulttyq gylym akademijasynyn akademigi Iztaev Auelbek Iztajulyynyn 70 zhyldygyna arnalgan halyqar. Qylymi-tazhiribelik konferencija materialdary (28 aqpan 2020 zhyl) – Almaty: ATU, 2020. – B. 34-36. [in Kazakh]

[16] **Shermagambetov, K.**, Tohetova L.A., Kuzhamberdieva S.Zh., Abzhalelov B.B. Primenenie minimal'noj obrabotki pochvy v uslovijah risovyh sistem Kazahstanskogo priaral'ja // Mezhdunarodnyj zhurnal jeksperimental'nogo obrazovanija, 2015. – № 6. – S. 35-37. [in Russian]

[17] **Bulekov, T.A.**, Saparova R.H., Bulekova A.A. Zavisimost' urozhajnosti kormovyh kul'tur ot razlichnyh tehnologij vozdelevanija // Nauchno-prakticheskij zhurnal Zapadno-Kazahstanskogo agrarno-tehnicheskogo universiteta imeni Zhangir hana, 2020. – №1-2 (58). – S. 21-24. [in Russian]

[18] **Chetyrchinskij, A.V.**, Nafikov, M.M., Zamajdinov, A.A. Nekotorye osobennosti predposevnoj obrabotki pochvy pod sorgo v Zakam'e // Sovremennye problemy nauki i obrazovanija. – 2013. – № 3; URL: www.science-education.ru/109-9390 [in Russian]

[19] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta // – 5-e izd., dop. i pererab. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. [in Russian]

[20] Metodika Gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skoxozjajstvennyh kul'tur. – Almaty, – 2002. – Vyp. 1. –378 s. [in Russian]

[21] **Jakushevskij, E.S.** Shirokij unificirovannyj klassifikator SJeV i mezhdunarodnyj klassifikator SJeV vozdelevaemyh vidov roda Sorghum Moench / E.S. Jakushevskij, S.G. Varadinov, V.A. Kornejchuk, L. Banjai. – Leningrad: VIR, 1982. – 34 s. [in Russian]

[22] **Lykov, A.M.**, Tulikov, A.M. Praktikum po zemledeliju s osnovami pochvovedenija. – M.: Kolos, 1976. – 192 s. [in Russian]

НЕГІЗГІ ТОПЫРАҚ ӨНДЕУ ӘДІСТЕРІНЕ ҚАРАЙ ТОПЫРАҚТЫҢ АГРОФИЗИКАЛЫҚ ҚАСИЕТТЕРІ ЖӘНЕ ДӘНДІК ҚҰМАЙДЫҢ ӨНІМДІЛІГІ

Таутенов И.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, қауымдастырылған профессор

Бекжанов С.Ж.¹, PhD, қауымдастырылған профессор

Тохетова Л.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор

Култасов Б.Ш.², PhD

Нургалиев Н.Ш.¹, PhD, қауымдастырылған профессор

Балмаханов А.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі

¹*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

²*М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Ғалымдардың ұзақ мерзімді зерттеулері көрсеткендей, Қазақстандық Арал өңірінің табиғи-климаттық әлеуеті күріш ауыспалы егісі дақыл ретінде дәндік құмай өсімдіктерінің биологиялық талаптарына сәйкес келеді. Дәндік құмай құрғақшылыққа төзімді, жоғары биомасса өнімін қалыптастыру қабілеті бар, азық-түлік, мал азығы өндірісінде және биоэнергетикада шикізат ретінде жан-жақты қолданылатын дақыл. Дегенмен аймақтың ауыл шаруашылығы өндірісінде бұл перспективалы дақылды пайдалану шектелген, оның себебі өсірудің дұрыс агротәсілдерінің жоқтығымен және дақыл өнімдерін азық-түлік және малазықтық мақсаттарға тиімді пайдаланылмауымен түсіндіріледі. Мақалада дәндік құмайдың маңызы, оның әлеуетті өнімділігін жүзеге асыру мәселелері, сондай-ақ топырақты негізгі өңдеу әдістерінің шалғынды-батпақты топырақтардың агрофизикалық көрсеткіштері және дәндік құмайдың өнімділігі әсерін зерттеу нәтижелері берілген. Зерттеулердің өзектілігі ауылшаруашылық дақылдарының, оның ішінде дәндік құмайдың өнімділігін арттыру факторы ретінде топырақ өңдеу жүйелерінің ресурсөнемдеу технологиясының тиімді жолдарын қарастырумен анықталады. Далалық тәжірибелер Ы. Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ҒЗИ ғылыми-өндірістік стационарында 2024-2025 жж. жүргізілді. Жүргізілген зерттеулер дәндік құмайға арналған топырақты негізгі өңдеудің әртүрлі әдістері мен тереңдігі шалғынды-батпақты топырақтар құнарлылығының агрофизикалық көрсеткіштерінің өзгеруіне әртүрлі әсер ететінін көрсетті. Күзде 23-25 см тереңдікте сүдігер жыртуды 14-16 см тереңдікте қайырмасыз жыртуға және 13-15 см тереңдікте топырақты сыдыра өңдеуге алмастыру дәндік құмай биомассасының өнімділігін арттыруға ықпал еткен жоқ.

Тірек сөздер: дәндік құмай, күріш ауыспалы егісі, топырақ өңдеу, құрылымдық коэффициент, өнімділік.

AGROPHYSICAL PROPERTIES OF SOIL AND PRODUCTIVITY OF GRAIN SORGHUM DEPENDING ON THE METHOD OF PRIMARY SOIL CULTIVATION

Tautenov I.A.¹, doctor of agricultural sciences, associate professor

Bekzhanov S.Zh.¹, PhD, associate professor

Tokhetova L.A.¹, doctor of agricultural sciences, professor

Kultasov B.Sh.², PhD

Nurgaliyev N.Sh.¹, PhD, associate professor

Balmachanov A.A.¹, master of agricultural sciences

¹*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda city, Kazakhstan*

²*South Kazakhstan University named after M. Auezov, Shymkent city, Kazakhstan*

Annotation. As long-term scientific research shows, the natural and climatic potential of the Aral Sea region in Kazakhstan meets the biological requirements of grain sorghum for cultivation as a rice rotation crop. Grain sorghum is drought-resistant, has a high potential to produce high biomass yields, and is versatile in its use in the food industry, feed production, and as a raw material in bioenergy. However, the use of this promising crop in agriculture in the region is limited, which is explained by the lack of sound agricultural practices for cultivation and the use of its products for food and feed purposes. The article presents the role of grain sorghum, the problems of realizing its potential productivity, as well as the results of a study of the methods of primary cultivation of meadow-marsh soils on their agrophysical indicators and the productivity of grain sorghum. The relevance of the research stems from the search for resource-saving soil cultivation technologies as a factor in increasing the yield of agricultural crops, particularly grain sorghum. Field trials were conducted at the research and production station of the I. Zhakhayev Kazakh Research Institute of Rice Cultivation in 2024-2025. The conducted studies showed that different methods and depths of primary soil cultivation for grain sorghum had different effects on the dynamics of agrophysical indicators of fertility of meadow-marsh soils. Replacing autumn plowing (cultivation depth 23...25 cm) with no-till cultivation (cultivation depth 14...16 cm) and flat-cutting – 13...15 cm did not lead to an increase in the productivity of grain sorghum biomass.

Keywords: grain sorghum, rice crop rotation, soil cultivation, structure coefficient, yield.

**GENOME SEQUENCE RESOURCES OF UPLAND COTTON (*GOSSYPIUM HIRSUTUM*)
PROVIDES MOLECULAR STRUCTURE FOR ADVANCED BREEDING EFFORTS**

Amangeldyyeva N.K.³, Master's student 2 year 7M05107 Biology
aimeshka_1609@inbox.ru, <https://orcid.org/0009-0000-5101-1250>

Orken A.^{1,3}, PhD student 1 year 8D05107 Biology
orkena23@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-8158-9305>

Zhumabay N.B.¹, PhD student 1 year 8D08100 Agronomy
nurbek.zhumabay10@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0001-0033-5834>

Manabayeva Sh.A.^{1,3}, Professor, Candidate of Biological sciences
manabayeva@biocenter.kz, <https://orcid.org/0000-0001-7884-1713>

Makhmadzhanov S.P.², Associate professor, candidate of Agricultural Sciences
max_s1969@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5623-0591>

Tussipkan D.^{1*}, Associate professor, PhD
tdilnur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-1337-2834>

¹National center for biotechnology, Korgalzhyn hwy. 13/5, Astana, Kazakhstan

²Agricultural Experimental Station of Cotton and Melon Growing, Atakent, Kazakhstan

³L.N. Gumilyov Eurasian National University, Satpayev st. 2, Astana, Kazakhstan

Annotation. Advances in genome sequencing over the past decade have revolutionized our understanding of *Gossypium hirsutum* by transforming fragmented short-read assemblies into near-complete, chromosome-scale genomic maps. In this review, genome assemblies of key *G. hirsutum* cultivars, beginning with the reference line TM-1, which provided the foundation for the earliest high-quality genome assembly, were examined. Then, additional cultivars, such as CRI-12 and ZM24, and several elite breeding lines, whose assemblies have refined knowledge of genome structure, gene content, and structural variation, were considered. These genomic resources offer critical insights into the genetic basis of traits such as fiber quality, yield, and stress tolerance. Next, recent advances in genomic tools and breeding strategies were considered. Particular attention was given to genome-wide association studies (GWAS), high-density SNP arrays, and transcriptomic profiling, which accelerate trait mapping and candidate gene identification. By synthesizing progress in genome assemblies and molecular breeding, this review underscores the central role of genomic resources in developing resilient, high-yielding cultivars to meet global agricultural and industrial challenges.

Keywords: Upland cotton (*Gossypium hirsutum*), whole genome sequencing, genome assembly, pangenome, GWAS, molecular breeding, structural variation

Introduction. *Gossypium hirsutum* L., commonly known as Upland cotton, is the most widely cultivated cotton species worldwide, accounting for approximately 95% of global cotton fiber production [1]. Due to its broad ecological adaptability, high yield potential, and economic importance, *G. hirsutum* has become a central focus of modern breeding programs aimed at improving fiber quality, productivity, and tolerance to biotic and abiotic stresses [2]. However, traditional breeding approaches, which rely primarily on phenotypic selection and long-term field evaluation, are constrained by the complexity of its allotetraploid genome (AADD, $2n = 4x = 52$), high heterozygosity, and substantial structural variation [3].

The rapid development of high-throughput sequencing technologies over the last decade has dramatically transformed the landscape of cotton genomics. Early genome sequencing attempts produced fragmented and incomplete assemblies, limiting in-depth molecular analyses. The advent of long-read sequencing platforms such as PacBio and Oxford Nanopore, combined with Hi-C–

based chromosomal scaffolding and hybrid assembly strategies, enabled a transition from draft genomes to highly contiguous, chromosome-level assemblies. The reference genome of the TM-1 line laid the foundation for comprehensive genomic studies, while subsequent sequencing of additional cultivars such as ZM24, CRI-12, ZM113, BARBREN-713, NDM8, and Yuanmian11 greatly expanded our understanding of genomic diversity, structural rearrangements, and functional organization within *G. hirsutum*.

Advancements in genomic research on *G. hirsutum* provide a fundamental framework for next-generation breeding technologies by enabling a deeper understanding of the genetic architecture underlying economically important traits. This review aims to systematize current knowledge on Upland cotton genome sequencing efforts, characterize major cultivars and their genomic features, and evaluate the role of these resources in developing highly productive, stress-resistant, and adaptable cotton varieties.

Materials and methods. This review focuses on *G. hirsutum* as the primary research material. Particular attention was given to *G. hirsutum* cultivars and related genomic resources that contribute to understanding cotton evolution, genome structure, and breeding potential.

The literatures for this review was obtained from several major scientific databases, including the Web of Science Core Collection, PubMed, Google Scholar and the National Center for Biotechnology Information. A total of more than 41 publications were examined, comprising research articles, review papers, books, and book chapters published in leading international and regional journals. The search covered the period from 2012 to 2025 to ensure the inclusion of both foundational and recent advances in cotton genomics.

The search strategy utilized a combination of topical keywords and controlled vocabulary terms, including: *Gossypium* L., cotton genetics and genomics, genome structure and variation, SNP arrays, GWAS, QTL mapping. Boolean operators (“AND”, “OR”) and filters by publication year, article type were applied to refine search results. Reference lists from key papers were manually screened to identify additional relevant studies. Microsoft Office Excel 2021 was used for quantitative analysis of the literature and made table.

Genome assemblies of *Gossypium hirsutum* cultivars. With the advancement of molecular biology and genomics, since 2015 large-scale studies have been initiated to perform detailed sequencing and annotation of the *G. hirsutum* genome. This stage marked a significant shift from phylogenetic reconstructions to an in-depth molecular analysis of genome structure and function.

The **Texas Marker 1 (TM-1)** line of *G. hirsutum*, developed through over 50 generations of self-pollination, has been established as the **genetic standard** for Upland cotton. Owing to its high homozygosity, TM-1 serves as a key reference in genomic and breeding studies.

The sequencing and assembly of the *G. hirsutum* genome has undergone a remarkable transformation over the past decade, evolving from highly fragmented drafts to a nearly gapless, chromosome-level reference. The first widely cited assembly, presented by Sasaki et al. (2017) [14] using Illumina MiSeq, captured only 169.3 Mb—several times smaller than the actual genome size of approximately 2.3 Gb. It included just four chromosomes and had a scaffold N50 of 48 Mb, reflecting significant fragmentation. A subsequent effort by Li et al. (2015) [15] employed Illumina HiSeq 2000, expanding the assembly to 2.2 Gb and recovering all 26 chromosomes, but the genome remained heavily fragmented into 9,146 scaffolds, and the longest chromosome reached only about 117 Mb, still below the lengths observed in high-quality assemblies. The transition to long-read sequencing marked a turning point. Yang et al. (2019) [16] used PacBio Sequel to produce the first chromosome-scale assembly, reducing the scaffold count to 599 and achieving an N50 of 96.7 Mb. For the first time, chromosome length extremes were clearly defined, with the longest chromosome (Ah06) measuring approximately 128.2 Mb and the shortest (Dh03) about 54.9 Mb. Chen et al. (2020) [17] advanced these results using PacBio RSII, raising the N50 to 108.1 Mb and producing a highly contiguous genome of 2.3 Gb that included more than 75,000 protein-coding genes. The current gold standard is the assembly by Zhang (2024) [17], which combined Oxford Nanopore PromethION with PacBio Sequel. This effort generated just 26 contigs one per chromosome with an

N50 of 108.2 Mb and an L50 of 10, representing minimal fragmentation and near-complete continuity (Table 1). The longest and shortest chromosomes remained consistent with earlier long-read assemblies, underscoring the stability of these genomic features. This steady improvement from limited Illumina-based drafts to an almost perfect hybrid assembly highlights the rapid progress in sequencing and assembly methods.

While the TM-1 cultivar has served as the primary reference genome for *Gossypium hirsutum*, sequencing additional cultivars is essential to capture the broader genetic diversity of upland cotton. Different cultivars exhibit unique adaptations, fiber qualities, and stress tolerances that are often the result of both natural selection and targeted breeding efforts. By generating and analyzing high-quality genome assemblies for these varieties, researchers can identify structural variations, gene content differences, and novel alleles absent from the TM-1 reference. Such comparative genomic studies provide critical insights into trait evolution, facilitate the discovery of candidate genes for breeding programs, and help refine the pangenome of *G. hirsutum*. This section focuses on recent sequencing efforts involving multiple cultivars, detailing their assembly strategies, genome statistics, and potential implications for cotton improvement.

The ZM24 cultivar was characterized by Yang *et al.* (2019) at the Chinese Academy of Agricultural Sciences (CAAS). Genomic DNA was extracted from seedlings, with Zhongzhimian No. 2 as the parental line. High-molecular-weight DNA was sequenced on the PacBio Sequel platform, and assembly was performed using Canu v1.5. The assembled genome size was estimated at 2.3 Gb, with an average sequencing depth of 1.0 \times and a GC content of 34.5%. Among the assembled chromosomes, the largest was A06 (121,900,087 bp) and the smallest was D09 (50,656,052 bp). The Zhongzhimian No. 2 cultivar was characterized by Li, Zhang *et al.* (2023) at the Institute of Plant Protection, CAAS. DNA was extracted from seedling leaves, with Zhongmian 113 (ZM113) as the parental line. Sequencing was conducted using PacBio Sequel and Illumina platforms, and assembly was carried out with NextDenovo v2.3.0. The genome size was 2.3 Gb, with 125.0 \times coverage and a GC content of 34.5%. The largest chromosome was A06 (127,742,751 bp) and the smallest was D03 (53,820,448 bp).

The Zhongmian 113 (ZM113) cultivar was described by Hu, G. and Wang, Z. (2024) at the Institute of Cotton Research, CAAS. DNA was isolated from seedling leaves, with BARBREN-713 as the parental line. Sequencing employed Oxford Nanopore GridION, PacBio Sequel, Illumina NextSeq, and Oxford Nanopore platforms. Genome assembly utilized Hifiasm v0.19.3-r572, Hi-C-Pro v2.8.1, LACHESIS, NextDenovo v2.3.1, and NextPolish v1.3.0. The final assembly size was 2.3 Gb, with 150.0 \times coverage and a GC content of 34.5%. The largest chromosome was A06 (128,015,698 bp) and the smallest was D03 (54,059,521 bp).

The BARBREN-713 cultivar was analyzed by Perkin *et al.* (2021) at the USDA. DNA was extracted from entire seedlings, with Barbren-713-32-30 as the parental line. Sequencing was performed on the PacBio Sequel platform, and assembly was done using Hifiasm v0.13-r307. The genome size was 2.4 Gb, with 49.0 \times coverage and a GC content of 35.5%. The largest chromosome was A06 (127,477,704 bp) and the smallest was D03 (54,675,798 bp).

The Barbren-713-32-30 cultivar was reported by Perkin, Bell *et al.* (2021) at the USDA. DNA was extracted from entire seedlings, with NDM8 as the parental line. Sequencing was conducted using PacBio Sequel, and assembly employed Hifiasm v0.13-r307. The genome size was 2.4 Gb, with 36.0 \times coverage and a GC content of 35.0%. The largest chromosome was A06 (127,360,497 bp) and the smallest was D03 (54,589,988 bp).

The NDM8 cultivar was described by Ma (2021) at Hebei Agricultural University. Genomic DNA was extracted from leaves of two-week-old seedlings. Sequencing was performed on PacBio RSII and Illumina HiSeq platforms, and genome assembly was conducted using FALCON v1.0. The assembled genome size was 2.3 Gb, with a sequencing depth of 89.6 \times and a GC content of 34.5%. The largest chromosome was A06 (119,073,090 bp) and the smallest was D09 (54,703,076 bp).

Table 1 – Genomic characteristics of *G. hirsutum* cultivars

Cultivar	ZM24	Zhongzhimian No.2	Zhongmian 113 (ZM113)	BARBREN-713	Barbren-713-32-30	NDM8
1	2	3	4	5	6	7
Development stage	not collected	seedling	seedling	seedling	seedling	two weeks
Tissue	seedling	young leaves	young leaves	entire plant	entire plant	young leaves
Geographic location	China	China: Henan	China	USA: College Station	USA: College Station	China
GenBank	CM017385.1- CM017410.1	CM045129.1- CM045154.1	CM104155.1- CM104180.1	CM038291.1- CM038316.1	CM038317.1- CM038342.1	CM032202.1- CM032227.1
Submitter	Chinese Academy of Agricultural Sciences	Chinese Academy of Agricultural Sciences	Institute of cotton research of CAAS	USDA	USDA	Hebei Agricultural University
Date	Jul 29, 2019	Aug 9, 2022	Jan 30, 2025	Jan 13, 2022	Jan 13, 2022	Jun 24, 2021
Assembly type	haploid	haploid	haploid	haploid	haploid	haploid
Assembly level	Chromosome	Chromosome	Complete Genome	Chromosome	Chromosome	Chromosome
Sequencing technology	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio RSII
Assembly method	Canu v. 1.5	NextDenovo v. 2.3.0	LACHESIS v. NextDenovo v. v2.3.1	hifiasm v. 0.13-r307	hifiasm v. 0.13-r307	FALCON v. 1.0
Genome size	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.4 Gb	2.4 Gb	2.3 Gb
Total ungap-ped length	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.4 Gb	2.4 Gb	2.3 Gb
Genome Coverage	1.0x	125.0x	150.0x	49.0x	36.0x	89.6x
GC percent	34.5	34.5	34.5	35.5	35	34.5
chr A01	112 577 161	121043734	120 628 686	119 731 888	119 383 478	119073090
chr A02	104 266 397	109 264 372	108 366 301	107964587	108 284 803	107674 087
chr A03	105 393 268	114 342 330	113 591 098	113 515 339	113723839	113072 090
chrA04	80 868 428	89 470 856	89 294 814	89135339	89 061 088	88948101
chr A05	107 448 258	112 971 952	114 104 290	112749629	113294159	112049794
chr A06	121 900 087	127 742 751	128 015 698	127477704	127 360 497	127097621
chr A07	93 248 268	99 241 639	99 024 949	98 310 344	98365699	98540322
chr A08	121 232 165	127 282 784	126 367 618	126 075 804	125486242	126523771
chr A09	79 884 170	86 366 132	88 768 367	88 669 301	88519516	83270209
chr A10	109 403 145	118 750 516	117 804 371	118 207 260	118071405	118226 759
chr A11	115914562	125 156 326	123843250	124 361 224	124 380 747	123047 965
chr A12	102340594	109 904 319	109 204 060	109 205 764	109263233	109222 716
chr A13	107 345 356	122 444 943	112 013 154	112615166	111982279	111309922
chr D01	61090159	65 136 658	65 763 041	66207413	66293935	66018313
chr D02	68262679	73 471 370	73 180 589	74339275	73 927 771	73 080 204
chr D03	53049694	53 820 448	54059521	54675798	54 589 988	54703076
chr D04	54327443	58 609 752	59 504 096	59 435 069	59 483 441	58732198
chr D05	62317630	71 744 611	67 228 931	67 264 888	67 944 199	67339501
chr D06	63 144 374	68 098 790	66 462 893	66728972	66 724 857	66853151
chr D07	55165807	59 767 106	61 139 987	61 060 688	61154651	61 153 439
chr D08	66058605	70425916	71805435	71947194	71 994 581	69886574
chr D09	50656052	54 158 153	57 310 315	55 172 275	55 950 205	55028699
chr D10	64331360	69 384 279	69 073 422	68 797 300	69 022 009	69313209
chrD11	69233432	75 329 889	74 034 940	74325253	73930370	73297438
chr D12	60589447	62 856 854	63 419 764	63320231	63382697	63248683
chrD13	60 180 343	66 343 539	65 051 914	64760530	64960949	65224646
References	[16]	[18]	[17]	[20]	[20]	[21]

continuation of the table 1

Cultivar	JBM	Yuanmian11	YZ1	CSX8308	PSC355	UA48
8	9	10	11	12	13	14
Development stage	young seedling	seedling	not applicable	leaf area and canopy development	Whole seedling	leaf area and canopy development
Tissue	young leaves	young leaves	young leaves	young leaves	not applicable	young leaves
Geographic location	China: Anyang	China: Xinjiang	China: Hubei	USA: South Carolina	USA: Texas	USA:South Carolina
GenBank	CM045499.1- CM045524.1	CM069105.1- CM069130.1	CM074220.1- CM074245.1	CM076542.1- CM076567.1	CM082153.1C M082178.1	CM082236.1- CM082261.1
Submitter	The institute of Cotton Research of CAASc	Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences	Huazhong Agricultural University	HudsonAlpha Institute for Biotechnology	USDA-ARS	HudsonAlpha Institute for Biotechnology
Date	Aug 17, 2022	Jan 12, 2024	Mar 18, 2024	Apr 24, 2024	Jul 30, 2024	Jul 30, 2024
Assembly type	haploid	haploid	haploid	haploid	haploid	haploid
Assembly level	Chromosome	Chromosome	Chromosome	Chromosome	Chromosome	Chromosome
Sequencing technology	PacBio Sequel	PacBio HiFi	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio Sequel	PacBio Sequel
Assembly method	FALCON v. 1	hifiasm v. 0.16.1	hifiasm v. 0.16.1	MECAT v. 1.3	hifiasm v. 03/18/2022	MECAT v. 1.4
Genome size	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb
Total ungap-ped length	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb	2.3 Gb
Genome Coverage	128.0x	40.0x	18.0x	179.0x	40.9x	161.0x
GC percent	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5	34.5
chr A01	119 487501	119 503 960	120 249496	119 381165	119 474 596	117112808
chr A02	106956 574	108475289	108211375	107188 849	108 240 954	105664978
chr A03	113005158	113 458 299	113500973	112124 782	113 544 907	111010592
chrA04	88 659 587	88 956 553	89 337 491	88712028	90 025 657	88 451 855
chr A05	110920663	112 953 411	112613041	109991 617	112 537 697	109917801
chr A06	129207784	128 147 158	128075698	125428 350	128169327	126621437
chr A07	98851549	98 581 300	98 446 870	98 241 532	98 278 401	97 335 875
chr A08	125754566	126 444 814	126280128	125201 531	126 651 951	125748362
chr A09	84538544	87 981 018	87 408 150	84 008 366	87 012 727	83 019 028
chr A10	117587747	117979994	118248507	117248 284	118 101 055	117182076
chr A11	123337410	124 292 941	124313 730	122992942	124 146 241	122100811
chr A12	108770671	109 357 382	109210752	107737407	109 175 953	108042066
chr A13	111406123	111 981 636	112156509	111082 403	112117856	111143903
chr D01	67 005 298	65 874 432	65713259	66904707	66 201 905	65 558 898
chr D02	73787793	73 423 024	73570973	72562124	73 250 298	71 457 850
chr D03	55080092	54 737 121	54558231	54 602 881	54 720 647	54539853
chr D04	58826415	60 261 276	59381772	58397551	59 665 483	57408129
chr D05	66072703	67 605 726	66 914 693	67136090	65 908 016	65 327 979
chr D06	66 737 491	66 763 680	66 572 821	66 247 743	66 868 618	66329078
chr D07	62 054 521	61 456 119	60 679 514	59 643 172	61 041 968	58286762
chr D08	70 204 606	71 743 061	71821552	69 655 482	71 775 203	68510787
chr D09	54809226	56 121 625	55760029	54 917 242	56087791	53 813 707
chr D10	68 788 203	68 821 615	68879443	67837702	68 597 512	68 178 173
chrD11	73 120 872	73 003 245	73541740	73488099	74015571	72 849 196
chr D12	63032241	63 445 998	63455446	63 245 180	63 565 837	62835596
chrD13	65063187	65063231	65 100 670	65 235 532	65 155 209	64 558 943
References	[22]	[23]	[24]	[25]	[26]	[27]

The JBM cultivar was characterized by Peng *et al.* (2021) at the Institute of Cotton Research, Chinese Academy of Agricultural Sciences. Genomic DNA was extracted from leaf tissue of young seedlings, sequenced using the PacBio Sequel platform, and assembled with FALCON v1.0. The genome size was 2.3 Gb, with 128.0× coverage and a GC content of 34.5%. Chromosome A06 was the largest (119,487,501 bp) and D09 the smallest (55,080,092 bp).

The Yuanmian 11 cultivar was investigated by Wang, Liang *et al.* (2023) at the Ningxia Academy of Agriculture and Forestry Sciences. DNA was extracted from seedling leaf tissue, sequenced using PacBio HiFi, and assembled with hifiasm v0.16.1. The genome size was 2.3 Gb, with 40.0× coverage and a GC content of 34.5%. The largest chromosome was A06 (119,503,960 bp) and the smallest was D09 (54,737,121 bp).

The YZ1 cultivar was studied by Xu (2024) at Huazhong Agricultural University. Genomic DNA was extracted from leaf tissue, with no developmental stage specified. Sequencing was performed on PacBio Sequel, Oxford Nanopore PromethION, and Illumina HiSeq platforms, and the assembly was generated using hifiasm v0.16.1. The final genome size was 2.3 Gb, with 18.0× coverage and a GC content of 34.5%. Chromosome A06 measured 120,249,496 bp, while D09 measured 54,558,231 bp.

The CSX8308 cultivar was characterized by Stiller *et al.* (2024) at the HudsonAlpha Institute for Biotechnology. DNA was extracted from young leaves collected during the leaf area and canopy development stage. Sequencing was conducted on PacBio Sequel II and Illumina NovaSeq platforms, with assembly performed using MECAT v1.3. The genome size was 2.3 Gb, with 179.0× coverage and a GC content of 34.5%. Chromosome A06 was the largest (119,381,165 bp) and D09 the smallest (54,602,881 bp).

The PSC355 cultivar was described by Cohen, Perkin *et al.* (2024) at the USDA-ARS. Genomic DNA source was not specified. Sequencing was performed using the PacBio Sequel platform, and assembly employed hifiasm (version dated 03/18/2022). The genome size was 2.3 Gb, with 40.9× coverage and a GC content of 34.5%. The largest chromosome was A06 (119,474,596 bp) and the smallest was D09 (54,720,647 bp).

The UA48 cultivar was analyzed by Bourland *et al.* (2024) at the HudsonAlpha Institute for Biotechnology. DNA was extracted from young leaves at the leaf area and canopy development stage, sequenced using PacBio Sequel II and Illumina NovaSeq platforms, and assembled with MECAT v1.4. The genome size was 2.3 Gb, with 161.0× coverage and a GC content of 34.5%. Chromosome A06 measured 117,112,808 bp, and D09 measured 54,539,853 bp.

Comparative analysis of these genome assemblies confirms the conserved chromosomal organization of upland cotton while highlighting subtle differences associated with cultivar-specific adaptations. The table 1 summarizes 13 haploid-level genome assemblies of upland cotton cultivars from China and the USA, generated between 2019 and 2025. These assemblies were produced using advanced sequencing platforms, mainly PacBio Sequel and Sequel II, often complemented with Illumina or Oxford Nanopore technologies, and assembled with tools such as Canu, FALCON, MECAT, hifiasm, and NextDenovo. Genome sizes are consistent at 2.3–2.4 Gb with a GC content of ~34.5–35.5%. The samples were collected at different developmental stages and tissues, reflecting diverse experimental designs. Chromosome A06 was invariably the largest, while D09 (or D03 in some cases) was the smallest. Variation in sequencing technologies, assembly algorithms, and parental lineages reflects both advances in genomic methodologies and the distinct breeding histories of these cultivars. These high-quality assemblies substantially enrich cotton genomic resources, supporting pangenome development, structural variant detection, and the identification of alleles linked to agronomic performance, stress tolerance, and fiber quality—ultimately informing targeted breeding strategies for *G. hirsutum* improvement (Table 1).

Advances in genomic tools and breeding strategies for *G. hirsutum*. Whole Genome Sequencing (WGS) is a comprehensive genomic analysis technique that determines the complete DNA sequence of an organism's genome in a single process. By providing base-by-base coverage, WGS allows the identification of virtually all types of genetic variation, including single nucleotide

polymorphisms (SNPs), insertions and deletions (indels), structural variants, and copy number changes [29]. For crop species such as *G. hirsutum*, WGS enables the discovery of millions of SNPs across the genome, which can subsequently be filtered and curated to design high-density genotyping arrays [30]. WGS provides flexibility for exploring novel loci, detecting rare variants, and identifying genomic regions under selection. This makes WGS not only a source of high-quality marker datasets but also a strategic platform for developing resources such as the CottonSNP63K and CottonSNP80K arrays.

CottonSNP63K array

Single nucleotide polymorphisms (SNPs) are the most common type of variation in plant genomes. They are evenly distributed across the genome, bi-allelic, and codominant, which makes them a valuable tool for genotyping, quantitative trait locus (QTL) mapping, and marker-assisted selection. A breakthrough came with the development of the CottonSNP63K array, designed using genomic libraries (RAD-seq and RNA-seq) from 11 cotton lines and interspecific sequencing data. From 1.2 million candidate SNPs, 45,000 interspecific and approximately 18,000 intraspecific markers were selected. The panel proved useful for trait mapping and diversity analysis but had limited coverage of intraspecific polymorphisms within *G. hirsutum* [31].

If the CottonSNP63K array became the first universal tool for cotton genotyping, the CottonSNP80K array significantly enhanced intraspecific resolution, making it possible to conduct fine-scale genetic analyses within *G. hirsutum*. Together, these arrays marked the transition from a limited set of markers to high-density platforms, opening new horizons for functional genomics and cotton breeding.

CottonSNP80K array

The next step was the creation of the CottonSNP80K array, specifically optimized for intraspecific diversity. Its development was based on the reference genome sequence of the TM-1 line and resequencing data from 100 *G. hirsutum* cultivars. From 1.37 million candidate SNPs, those passing filters for minor allele frequency (MAF > 0.1), flanking sequence quality, and Illumina design scores were narrowed down to 82,259. The final array, implemented on the Illumina Infinium platform, contained 77,774 markers evenly distributed across the genome, averaging one SNP every ~25 kb.

This technological advancement enabled highly accurate genotyping with reproducibility rates of up to 100% and more than 95% concordance with whole-genome sequencing data, facilitated the mapping of important agronomic traits through GWAS, traced the origin of modern cultivars and the contribution of landraces and introduced forms, accelerated the identification of valuable alleles for breeding programs, and allowed for the verification of cultivar identity and the detection of heterozygosity in F1 hybrids [32-33].

Axiom® Cotton Genotyping Array

There is another array, the Axiom® Cotton Genotyping Array, which is relatively new in this field. It was developed by Affymetrix in collaboration with the National Botanical Research Institute, India, and represents one of the most comprehensive tools for high-density SNP genotyping in cotton. The array includes 35,550 markers identified in *G. hirsutum* and *G. barbadense* (Pima cotton), the two species that account for the majority of global cotton production. Cotton is crop with a narrow germplasm base, making SNP discovery and genotyping particularly challenging due to the low frequency of polymorphisms. Traditional approaches such as genotyping-by-sequencing (GBS) have proven inefficient and costly for this genome type. The Axiom® Cotton Genotyping Array overcomes these obstacles by providing robust, reproducible, and cost-effective genotyping results.

The markers on the array were selected from multiple sources, including gene-enriched genomic sequences of *G. hirsutum*, genome reduction approaches based on restriction site conservation (GR-RSC), and interspecific assemblies of *G. hirsutum* and *G. barbadense*. Importantly, marker discovery was performed using diverse accessions representing both cultivated and wild cotton forms, as well as lines with contrasting fiber qualities, ensuring the array's

relevance for both diversity studies and breeding applications [34]. This platform is suitable for a wide range of applications: genome-wide association studies (GWAS), QTL mapping, marker-trait association, molecular breeding, and SNP discovery. It provides reliable data for analyzing complex traits of economic importance and for accelerating the development of new cotton varieties through marker-assisted selection.

GWAS as a tool for dissecting complex traits in plants

Genome-wide association studies (GWAS) are a powerful approach used to identify genetic loci associated with phenotypic traits by scanning the entire genome for statistically significant marker–trait associations. Unlike traditional linkage mapping, which relies on bi-parental populations, GWAS leverages natural genetic variation in diverse germplasm collections, offering higher resolution for locating causal genes. In plants, GWAS has become an essential tool for dissecting the genetic architecture of complex traits, such as yield, quality, and stress tolerance.

The first genome-wide physical map of *G. hirsutum* was constructed by Zhang et al. (2012) using a BIBAC-based approach. They developed a comprehensive physical map consisting of 3,450 BIBAC contigs with an N₅₀ size of 863 kb, spanning approximately 2,244 Mb — covering nearly the entire genome ($\approx 92.6\%$) and sorting contigs by their A- and D-subgenome origins [40]. This map, annotated with $\sim 10,000$ BIBAC-end sequences (BESs) (one per ~ 250 kb), provided a crucial platform for fine mapping, gene/QTL cloning, and sequencing efforts [35].

Before that, in 2010, a draft physical map of the diploid progenitor species *Gossypium raimondii* (D-genome) was constructed by Lin et al., integrating overgo hybridization probes, agarose fingerprinting, and high-information-content fingerprinting (HICF). This connected 1,585 contigs to a consensus cotton genetic map, anchoring them also to *Arabidopsis* and grapevine genomes, thereby aiding assembly and comparative genomics [36].

More recent advances include the development of subgenome-anchored physical maps for upland cotton. In 2017, Saski et al. constructed BAC libraries and generated a de novo whole-genome physical map, partitioning it into A- and D-subgenomes using BES alignment, FISH validation, and SNP genetic mapping. This approach delivered the first subgenome-anchored physical maps and advanced the road toward obtaining a reference-grade genome assembly.

One of the earliest systematic applications of GWAS for investigating drought tolerance in *G. hirsutum* was carried out by Hou et al. (2018) [37], who used a natural panel of cotton genotypes phenotyped under both water-deficit and well-watered conditions. Their analysis revealed significant SNP associations with traits linked to drought adaptation, including loci near genes involved in abscisic acid (ABA) signaling, stomatal regulation, and root system development, laying the groundwork for molecular marker–assisted selection in breeding for stress tolerance.

Building on this foundation, Guo et al. (2022) [38] applied the high-density CottonSNP80K array to a population of *G. hirsutum* races, identifying novel loci associated with physiological traits such as water-use efficiency and photosynthetic performance under drought conditions. By integrating GWAS findings with transcriptomic data, they pinpointed transcription factors such as DREB, NAC, and bZIP, along with aquaporin genes essential for maintaining cellular turgor.

More recently, Sun et al. (2023) [39] conducted GWAS on 150 *G. hirsutum* genotypes grown under normal irrigation and water-limited environments, discovering SNP markers strongly correlated with yield components and root morphology under drought stress. These markers were recommended for use in marker-assisted and genomic selection to accelerate the introgression of drought-tolerance traits into elite lines.

Collectively, these studies demonstrate that GWAS, especially when paired with high-density SNP arrays, offers a powerful means of uncovering genes and alleles underlying drought response, providing valuable molecular tools for breeding and advancing the understanding of the mechanisms driving cotton's adaptation to water stress, thereby bridging fundamental genomics and applied crop improvement to enable the development of climate-resilient cultivars.

Meanwhile, wild species of *Gossypium* are recognized as invaluable reservoirs of genetic diversity for breeding. They possess traits such as disease resistance and abiotic stress tolerance that

can be introgressed into *G. hirsutum*. Efforts to utilize wild species like *G. mustelinum* have shown improvements in fiber quality through backcrossing generation trials, although reproductive barriers such as hybrid breakdown and daylength sensitivity pose challenges [40]. Reviews emphasize how untapped genetic variation in wild *Gossypium* species — including salt and wilt tolerance — can broaden the genetic base and enhance stress resilience in elite cultivars [41].

The combination of high-density SNP arrays, GWAS, and wild species introgression thus forms a comprehensive, modern toolkit for cotton breeding. These synergistic approaches accelerate the development of improved germplasm exhibiting superior agronomic traits and resilience to environmental stresses.

Conclusion. In this article, we first reviewed the genome assemblies of several key *G. hirsutum* cultivars, including TM-1, CRI-12, and ZM24, which have served as reference materials for comparative genomic analyses. We highlighted the pioneering works of Li et al., Zhang et al., and Wang et al., who provided high-quality assemblies that have significantly advanced our understanding of cotton genome organization, gene content, and structural variation. These genomic resources form the foundation for dissecting complex traits such as fiber quality, yield potential, and stress tolerance.

Furthermore, we examined recent advances in genomic tools and breeding strategies for *G. hirsutum* in greater detail. Particular attention was given to the integration of GWAS, high-density SNP arrays, and transcriptomic profiling which collectively enhance the resolution of trait mapping and accelerate the development of elite cultivars. The works of Fang et al., Huang et al., and Chen et al. exemplify the application of these approaches in identifying candidate genes linked to agronomically important traits, including salinity tolerance, drought resistance, and improved fiber properties.

By synthesizing current knowledge on genome assemblies and advanced breeding methodologies, this review underscores the critical importance of integrating genomic data into breeding programs. Such integration not only facilitates a more precise identification of key genetic determinants but also enables the design of molecular breeding strategies tailored to global agricultural challenges. Ultimately, these insights provide a robust framework for the sustainable improvement of *G. hirsutum* cultivars to meet the demands of both producers and the textile industry in the context of climate change and resource limitations.

Conflict of interest. The authors declare that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationship that could be construed as a potential conflict of interest.

Financing. The research was carried out under the Program-targeted financing of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for 2024-2026, AP23489921 «Creation of drought tolerance classification for Kazakhstan cotton-collection and identification of SNP markers associated with drought tolerance traits». Acknowledgments: We thank the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan for providing financial support.

References:

[1] **Zhang S.**, Cai Y., Guo J., Li K., Peng R., Liu F., Roberts J.A., Miao Y., Zhang X. Genotyping-by-sequencing of *Gossypium hirsutum* races and cultivars uncovers novel patterns of genetic relationships and domestication footprints // *Evol. Bioinform. Online.* – 2019. – Vol. 15. – Art. 1176934319889948. <https://doi.org/10.1177/1176934319889948>

[2] **Li F.**, Fan G., Lu C., et al. Genome sequence of cultivated upland cotton (*Gossypium hirsutum* TM-1) provides insights into genome evolution // *Nat. Biotechnol.* – 2015. – Vol. 33. – P. 524–530. <https://doi.org/10.1038/nbt.3208>.

[3] **Zhang T.**, Hu Y., Jiang W., et al. Sequencing of allotetraploid cotton (*Gossypium hirsutum* L. acc. TM-1) provides a resource for fiber improvement // *Nat. Biotechnol.* – 2015. – Vol. 33. – P. 531–537. <https://doi.org/10.1038/nbt.3207>.

- [4] **Sreedasyam A.**, Lovell J.T., Mamidi S., et al. Genome resources for three modern cotton lines guide future breeding efforts // *Nat. Plants*. – 2024. – Vol. 10. – P. 1039–1051. <https://doi.org/10.1038/s41477-024-01713-z>.
- [5] **Ai X., Liang Y.**, Wang J., Zheng J., Gong Z., Guo J., Li X., Qu Y. Genetic diversity and structure of elite cotton germplasm (*Gossypium hirsutum* L.) using genome-wide SNP data // *Genetica*. – 2017. – Vol. 145, №4–5. – P. 409–416. <https://doi.org/10.1007/s10709-017-9976-8>.
- [6] **Chen Z.J.**, Sreedasyam A., Ando A., et al. Genomic diversifications of five *Gossypium* allopolyploid species and their impact on cotton improvement // *Nat. Genet.* – 2020. – Vol. 52. – P. 525–533. <https://doi.org/10.1038/s41588-020-0614-5>.
- [7] **Yang Z.**, Ge X., Yang Z., et al. Extensive intraspecific gene order and gene structural variations in upland cotton cultivars // *Nat. Commun.* – 2019. – Vol. 10. – Art. 2989. <https://doi.org/10.1038/s41467-019-10820-x>.
- [8] **Saski C.A.**, Scheffler B.E., Hulse-Kemp A.M., et al. Subgenome anchored physical frameworks of the allotetraploid upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) genome, and an approach toward reference-grade assemblies of polyploids // *Sci. Rep.* – 2017. – Vol. 7, №1. – Art. 15274. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14885-w>.
- [9] **Lu X.**, Wang X., Chen X., Shu N., Wang J., Wang D., Wang S., Fan W., Guo L., Guo X., Ye W. Single-base resolution methylomes of upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) reveal epigenome modifications in response to drought stress // *BMC Genomics*. – 2017. – Vol. 18, №1. – Art. 297. <https://doi.org/10.1186/s12864-017-3681-y>.
- [10] **Gong Z.**, Xie F., Zhao T., Liang C., Zhang M., Wang J., Luo H., Wang L. Whole-genome bisulfite sequencing of upland cotton reveals drought-induced DNA methylation changes // *Genes*. – 2024. – Vol. 15, №6. – Art. 789. <https://doi.org/10.3390/genes15060789>.
- [11] **Joshi B.**, Singh S., Tiwari G.J., et al. Genome-wide association study of fiber yield-related traits uncovers novel genomic regions and candidate genes in Indian upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Front. Plant Sci.* – 2023. – Vol. 14. – Art. 1252746. <https://doi.org/10.3389/fpls.2023.1252746>.
- [12] **Hou S.**, Yang L., Pan Y., et al. Genome-wide association studies reveal genetic variation underlying salt tolerance in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Front. Plant Sci.* – 2018. – Vol. 9. – Art. 1115. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01115>.
- [13] **Sun F.**, Zhang J., Li S., Wang T., Zhou Y., Liu X. Genome-wide association study of drought tolerance-related traits in upland cotton (*Gossypium hirsutum* L.) under field conditions // *BMC Genomics*. – 2023. – Vol. 24, №1. – Art. 645. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09645-3>.
- [14] **Hu Y.**, Chen J., Fang L., et al. *Gossypium barbadense* and *Gossypium hirsutum* genomes provide insights into the origin and evolution of allotetraploid cotton // *Nat. Genet.* – 2019. – Vol. 51, №4. – P. 739–748. <https://doi.org/10.1038/s41588-019-0371-5>.
- [15] **Hulse-Kemp A.M.**, Juenger T.E., Hazzouri K.M., et al. Development of a 63K SNP array for cotton and high-density mapping of intra- and interspecific populations of *Gossypium* spp. // *BMC Genomics*. – 2014. – Vol. 15. – Art. 2. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-15-2>.
- [16] **Du X.**, Huang G., He S., et al. Resequencing of 243 diploid cotton accessions based on an updated A genome identifies the genetic basis of key agronomic traits // *Nat. Genet.* – 2018. – Vol. 50. – P. 796–802. <https://doi.org/10.1038/s41588-018-0116-x>.
- [17] **Hou S.**, Zhu G., Li Y., Li W., Fu J., Niu E., et al. Genome-wide association studies reveal genetic variation and candidate genes of drought stress related traits in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Front. Plant Sci.* – 2018. – Vol. 9. – Art. 1276. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01276>.
- [18] **Li R.**, Ma X., Zhang Y., et al. Genome-wide identification and analysis of a cotton secretome reveals its role in resistance against *Verticillium dahliae* // *BMC Biology*. – 2023. – Vol. 21, No. 1. – Art. 166. <https://doi.org/10.1186/s12915-023-01650-x>.
- [19] **Li Y.**, Si Z., Wang G., et al. Genomic insights into the genetic basis of cotton breeding in China // *Molecular Plant*. – 2023. – Vol. 16. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2023.01.012>.
- [20] **Perkin L.C.**, Bell A., Hinze L.L., et al. Genome assembly of two nematode-resistant cotton lines (*Gossypium hirsutum* L.) // *G3: Genes|Genomes|Genetics*. – 2021. – Vol. 11, No. 11. – Art. jkab276. <https://doi.org/10.1093/g3journal/jkab276>.

- [21] **Ma Z.**, Zhang Y., Wu L., et al. High-quality genome assembly and resequencing of modern cotton cultivars provide resources for crop improvement // *Nature Genetics*. – 2021. – Vol. 53. – P. 1385–1391. <https://doi.org/10.1038/s41588-021-00910-2>.
- [22] **Peng R.**, Xu Y., Tian S., et al. Evolutionary divergence of duplicated genomes in newly described allotetraploid cottons // *Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA*. – 2022. – Vol. 119, No. 39. – Art. e2208496119. <https://doi.org/10.1073/pnas.2208496119>.
- [23] **Wang J.**, Liang Y., Gong Z., et al. Genomic and epigenomic insights into the mechanism of cold response in upland cotton (*Gossypium hirsutum*) // *Plant Physiology and Biochemistry*. – 2024. – Vol. 206. – Art. 108206. <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2023.108206>.
- [24] **Xu Z.**, Wang G., Zhu X., et al. Genome assembly of two allotetraploid cotton germplasm reveals mechanisms of somatic embryogenesis and enables precise genome editing // *Nature Genetics*. – 2025. – Vol. 57. – P. 2028–2039. <https://doi.org/10.1038/s41588-025-02258-3>.
- [25] **Sreedasyam A.**, Lovell J.T., Mamidi S., et al. Genome resources for three modern cotton lines guide future breeding efforts // *Nature Plants*. – 2024. – Vol. 10, No. 6. – P. 1039–1051. <https://doi.org/10.1038/s41477-024-01713-z>.
- [26] **Cohen Z.**, Perkin L., Wagner T., et al. Nematode-resistance loci in upland cotton genomes are associated with structural differences // *Research Square*. – 2023. – 03 October. PREPRINT. Version 1. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-3377976/v1>.
- [27] **Bourland F.M.** Summaries of Arkansas Cotton Research 2024 // *Arkansas Agricultural Experiment Station Research Series*. – 2025. – URL: <https://scholarworks.uark.edu/aaesser/235> (дата обращения: 05.09.2025).
- [28] **Zhang H.**, Zhang W., Tang Y., et al. Mining key drought-resistant genes of upland cotton based on RNA-Seq and WGCNA analysis // *Plants*. – 2025. – Vol. 14, No. 10. – Art. 1407. <https://doi.org/10.3390/plants14101407>.
- [29] **Sun F.**, Ma Y., Shi W., Yang Y. Genome-wide association analysis revealed genetic variation and candidate genes associated with the yield traits of upland cotton under drought conditions // *BMC Genomics*. – 2023. – Vol. 24. – Art. 531. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09640-7>.
- [30] **Hinze L.L.**, Hulse-Kemp A.M., Wilson I.W., et al. Diversity analysis of cotton (*Gossypium hirsutum* L.) germplasm using the CottonSNP63K Array // *BMC Plant Biology*. – 2017. – Vol. 17, No. 1. – Art. 37. <https://doi.org/10.1186/s12870-017-0981-y>.
- [31] **Tan Z.**, Zhang Z., Sun X., et al. Genetic map construction and fiber quality QTL mapping using the CottonSNP80K Array in upland cotton // *Frontiers in Plant Science*. – 2018. – Vol. 9. – Art. 225. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00225>.
- [32] **Chen Y.**, Gao Y., Chen P., et al. Genome-wide association study reveals novel quantitative trait loci and candidate genes of lint percentage in upland cotton based on the CottonSNP80K array // *Theoretical and Applied Genetics*. – 2022. – Vol. 135, No. 7. – P. 2279–2295. <https://doi.org/10.1007/s00122-022-04111-1>.
- [33] **Huang C.**, Nie X., Shen C., et al. Population structure and genetic basis of the agronomic traits of upland cotton in China revealed by a genome-wide association study using high-density SNPs // *Plant Biotechnology Journal*. – 2017. – Vol. 15. – P. 1374–1386. <https://doi.org/10.1111/pbi.12722>.
- [34] **Liang C.**, Meng Z., Meng Z., et al. GhABF2, a bZIP transcription factor, confers drought and salinity tolerance in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Scientific Reports*. – 2016. – Vol. 6. – Art. 35040. <https://doi.org/10.1038/srep35040>
- [35] Thermo Fisher Scientific. Axiom Cotton Genotyping Array // URL: https://assets.thermofisher.com/TFSAssets/LSG/brochures/axiom_cotton_genotyping_array_datasheet.pdf (дата обращения: 05.09.2025).
- [36] **Liang C.**, Liu Y., Li Y., et al. Activation of ABA receptor gene GhPYL9-11A is positively correlated with cotton drought tolerance in transgenic *Arabidopsis* // *Frontiers in Plant Science*. – 2017. – Vol. 8. – Art. 1453. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01453>
- [37] **Lin L.**, Pierce G.J., Bowers J.E., et al. A draft physical map of a D-genome cotton species (*Gossypium raimondii*) // *BMC Genomics*. – 2010. – Vol. 11. – Art. 395. <https://doi.org/10.1186/1471-2164-11-395>

[38] Hou S., Zhu G., Li Y., et al. Genome-wide association studies reveal genetic variation and candidate genes of drought stress related traits in cotton (*Gossypium hirsutum* L.) // *Frontiers in Plant Science*. – 2018. – Vol. 9. – Art. 1276. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01276>

[39] Guo M., Zhang Y., Jia X., et al. Alternative splicing of REGULATOR OF LEAF INCLINATION 1 modulates phosphate starvation signaling and growth in plants // *Plant Cell*. – 2022. – Vol. 34, No. 9. – P. 3319–3338. <https://doi.org/10.1093/plcell/koac161>

[40] Sun F., Ma Y., Shi W., Yang Y. Genome-wide association analysis revealed genetic variation and candidate genes associated with the yield traits of upland cotton under drought conditions // *BMC Genomics*. – 2023. – Vol. 24. – Art. 531. <https://doi.org/10.1186/s12864-023-09640-7>

[41] Silva C.A.D., Barroso P.A.V., Hoffmann L.V. Introgression of fiber quality traits from *Gossypium mustelinum* into upland cotton (*G. hirsutum* L.) by backcrossing // *Euphytica*. – 2017. – Vol. 213, No. 4. – Art. 85. <https://doi.org/10.1007/s10681-017-1885-7>

МАҚТА (*GOSSYPIMUM HIRSUTUM*) ГЕНОМЫНЫҢ РЕСУРСТАРЫ ЗАМАНАУИ СЕЛЕКЦИЯЛЫҚ ЖҰМЫСТАР ҮШІН МОЛЕКУЛАЛЫҚ НЕГІЗ РЕТІНДЕ

Амангельдыева Н.К.³, 7M05107 – «Биология» БББ-ның 2 курс магистранты

Өркен А.^{1,3}, 8D05107 – «Биология» БББ-ның 1-курс докторанты

Жумабай Н. Б.¹, 8D08100 – «Агрономия» БББ-ның 1-курс докторанты

Манабаева Ш. А.^{1,3}, биология ғылымдарының кандидаты, профессор

Махмаджанов С. П.², ауылшаруашылық ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

Түсіпқан Д.^{1*}, PhD, қауымдастырылған профессор

¹Ұлттық биотехнология орталығы, Астана қ., Қазақстан

²«Мақта және бақша ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясы» ЖШС, Түркістан обл., Атакент а., Қазақстан

³Л.Н.Гумилев атындағы Еуразия ұлттық университеті, Астана қ., Қазақстан

Андатпа. Соңғы он жылда геномды секвенирлеудегі жетістіктер *Gossypium hirsutum*-ды зерттеуді түбегейлі өзгертті, өйткені бұрынғы фрагменттелген қысқа жинақтар енді толық дерлік, хромосома деңгейіндегі геномдық карталарға айналды. Бұл шолуда *G. hirsutum*-ның негізгі культиварларының геномдық жинақтары қарастырылды, олардың ішінде алғашқы жоғары сапалы геномдық жинақты қамтамасыз еткен TM-1 эталондық линиясы негізгі орын алады. Бұдан кейін геном құрылымын, гендік құрамын және құрылымдық вариацияларды түсінуді жетілдірген CRI-12, ZM24 және басқа да элиталық селекциялық тектармақтары қарастырылды. Бұл геномдық ресурстар талшық сапасы, өнімділік және стресс төзімділігі сияқты маңызды белгілердің генетикалық негізін анықтауға мүмкіндік береді. Кейін геномдық құралдар мен селекция стратегияларындағы соңғы жетістіктері талқыланды. Әсіресе, GWAS зерттеулеріне, жоғары тығыздықтағы SNP массивтеріне, транскриптомдық профильдеуге ерекше көңіл бөлінді, себебі олар белгілерді карталауды және кандидат-гендерді анықтауды жеделдетеді. Геномдық жинақтар мен молекулалық селекциядағы прогресті қорытындылай отырып, бұл шолу тұрақты әрі жоғары өнімді сорттарды дамытуда геномдық ресурстардың негізгі рөлін айқындайды.

Тірек сөздер: Мақта (*Gossypium hirsutum*), толық геномды секвенирлеу, геномдық жинақ, пангеном, GWAS, молекулалық селекция, құрылымдық вариациялар.

ГЕНОМНЫЕ РЕСУРСЫ ХЛОПЧАТНИКА (*GOSSYPIUM HIRSUTUM*) КАК МОЛЕКУЛЯРНАЯ ОСНОВА ДЛЯ СОВРЕМЕННЫХ СЕЛЕКЦИОННЫХ РАЗРАБОТОК

Амангельдыева Н.К.³, магистрант 2 курса ОП 7М05107 – «Биология»

Өркен А.^{1,3}, магистр естественных наук, докторант 1 курса ОП 8D05107 – «Биология»

Жумабай Н. Б.¹, магистр естественных наук, докторант 1 курса ОП 8D08100 – «Агрономия»

Манабаева Ш. А.^{1,3}, кандидат, биологических наук профессор

Махмаджанов С.П.², кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор

Түсіпқан Д.^{1*}, PhD, ассоциированный профессор

¹Национальный центр биотехнологии, Астана, Казахстан

²Сельскохозяйственная опытная станция хлопководства и бахчеводства, с Атакент, Туркестанская обл., Казахстан

³Евразийский национальный университет им. Л.Н. Гумилева, г. Астана, Казахстан

Аннотация. Достижения в области секвенирования генома за последнее десятилетие радикально изменили наше понимание *Gossypium hirsutum*, превратив ранее фрагментированные короткочитные сборки в практически полные, хромосомные карты генома. В данном обзоре рассмотрены геномные сборки ключевых культиваров *G. hirsutum*, начиная с эталонной линии TM-1, которая послужила основой для первых высококачественных геномныхборок. Далее проанализированы такие культивары, как CRI-12, ZM24 и ряд элитных селекционных линий, чьи сборки уточнили знания о структуре генома, составе генов и структурных вариациях. Эти геномные ресурсы предоставляют важные сведения о генетической основе таких признаков, как качество волокна, урожайность и устойчивость к стрессам. Далее в обзоре обсуждаются современные геномные инструменты и стратегии селекции. Особое внимание уделено GWAS-исследованиям, высокоплотным SNP-массивам, транскриптомному профилированию, которые ускоряют картирование признаков и выявление кандидатных генов. Обобщая прогресс в области геномныхборок и молекулярной селекции, данный обзор подчеркивает центральную роль геномных ресурсов в создании устойчивых и высокоурожайных сортов, отвечающих мировым аграрным и промышленным вызовам.

Ключевые слова: Хлопчатник (*Gossypium hirsutum*), полное секвенирование генома, геномная сборка, пангеном, GWAS, молекулярная селекция, структурные вариации.

СОЛТҮСТІК ҚАЗАҚСТАН ЖАҒДАЙЫНДА ШАРУАШЫЛЫҚ-ҚҰНДЫ БЕЛГІЛЕРІ БОЙЫНША ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙ ЛИНИЯЛАРЫН БАҒАЛАУ

Бабкенов А.Т., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
babkenov64@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9939-0966>

Саянов А.Т.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
aidos_sayanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-6594-2160>

Бабкенова С.А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
s.babkenova@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-3239-5575>

Каиржанов Е. К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
yelzhas_90@mail.ru

Дашкевич С.М., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
vetca@mail.ru

Шелаева Т.В., tatyana.shelaewa@yandex.kz

*«А.И. Бараев атындағы астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС
Научный центр, Қазақстан*

Андатпа. Қазақстанда негізгі экспорттық дақыл жаздық бидай болып табылады. Әлемдік нарыққа сатылатын астықтың негізгі үлесі Солтүстік Қазақстанда өсірілген жаздық бидай дәні болып табылады, онда осы дақыл себілетін егіс алқаптары 85% - ға жетеді, бұл шамамен 10 млн. га құрайды. Солтүстік Қазақстанның күрт континенталды климаты жағдайында бидай өнімділігін арттыру үшін, селекциялық бағдарламаларда селекционерлердің назарын лимиттерге, сыртқы орта факторларына төзімді, бәсекеге қабілетті сорттарды құруға аудару қажет. Зерттеудің мақсаты-жаздық жұмсақ бидайдың линияларын кешенді бағалау және экономикалық құнды белгілер бойынша перспективалық үлгілерді анықтау. А.И. Бараева атындағы "Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС, жаздық бидай селекциясы зертханасының стационарына 2023-2024 жылдары себілген жаздық жұмсақ бидайдың 33 линиясы зерттелді. Фенологиялық бақылаулар (егіннің шығуы, масақтауы, пісіп-жетілу), құрғақшылыққа және жатыпқалуға төзімділік ҚР Ауыл шаруашылығы өсімдіктеріне сорттық сынақ жүргізу әдістемесіне сәйкес орындалды. Зерттеудегі үлгіні тауарлық жіктеу МЕМСТ 1046-2008 ұлттық стандартының талаптары негізінде жүзеге асырылды, наубайханалық қасиеттері жіктеу нормалары негізінде анықталды. Осылайша, екі жылдық зерттеу барысында жаздық жұмсақ бидайдың 33 линиясынан стандарттан артық өнімділік көрсеткен 8 линия анықталды: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14, 182/14 және 249/14-4. Натуралық салмағы бойынша ең жоғары келесі линиялар: 347/11, 132/15, 249/14-4 және 326/16-2. Шынылығы жоғары көрсеткіштер келесі линияларда байқалады: 224/14, 132/15, 241/14 және 204/14-2. Желімшенің мөлшері жоғары келесі линиялар: 73/15, 132/15, 86/15 және 241/14. Желімшенің сапасының бірінші тобында (45-75 бірлік ТДК) 14 линия кіреді: 204/14-2, 249/14-4, 241/14-2 және т. б. Астық сапасының көрсеткіштері бойынша күшті бидайға жіктеу нормаларына сәйкес 2 линия бөлінді: 285/16 және 241/14. Шаруашылық құнды белгілер кешені бойынша 2 перспективалық линия таңдалды: 285/16 және 241/14.

Тірек сөздер: жаздық жұмсақ бидай, сорт, өнімділік, натуралық салмақ, шынылығы, желімше мөлшері, желімше сапасы.

Кіріспе. Жаздық бидай-жер шарындағы ең көне және ең көп таралған құнды дақылдардың бірі. Бидай дәндерінен алынған ұн нан пісіру, макарон және кондитерлік өнімдер жасау үшін қолданылады. Қазақстанда негізгі экспорттық дақыл жаздық бидай болып табылады. Біздің еліміз астық экспорты бойынша әлемдегі ең ірі экспорттаушы елдердің ондығына кіреді. Бұл ретте әлемдік бидай нарығындағы қазақстандық астықтың үлесі 3,5% құрайды. Егін жинаудың 2024 жылғы қорытындысы бойынша дәнді және бұршақты дақылдардың жалпы өнімі 26,6 млн. тоннаны құрады, орташа өнімділігі 16,0 ц/га [1]. Қазақстанның сауда және интеграция министрлігінің дерегі бойынша 2024 жылы экспортқа шамамен 12 млн.тонна астық жөнелтілді [2]. Әлемдік нарықта сатылатын

астықтың негізгі үлесі Солтүстік Қазақстанда өсірілген жаздық бидай дәні болып табылады, онда осы дақылдың егіс алқаптары 85% - ға жетеді, бұл шамамен 10 млн. га құрайды. Дақылдың орташа өнімділігі соңғы 10 жылда шамамен 12 ц/га құрайды, ал Канадада бұл көрсеткіш қазіргі уақытта 25 ц / га деңгейінде, бұл Қазақстандағыдан екі есе жоғары [3]. Мұның себептерінің бірі-Солтүстік Қазақстан климатының күрт континенталдылығы мен құрғақшылығы. Ылғал тапшылығы-бұл аймақтағы жаздық бидайдың өнімділігін арттырудың негізгі шектеуші факторы жауын-шашынның орташа жылдық мөлшері 320-350 мм, аймақтағы негізгі стресс факторларының бірі өсімдіктердің өсуі мен дамуының маңызды кезеңдеріндегі құрғақ жағдайлар болып табылады. Солтүстік Қазақстанда әртүрлі қарқындылықтағы құрғақшылық 5 жыл ішінде 2-3 рет қайталанатын. Сондықтан өнімділіктің өзгеріштігі жоғары, ал алдыңғы дақылға және фонға байланысты ол 30% немесе одан да көпке өзгереді. [4,5]. Мәселен, 2010 құрғақ жылы бидайдың орташа өнімділігі небәрі 9 ц/га құрады.

Осыған байланысты, осы аймақтағы генетикалық-селекциялық зерттеулерде құрғақшылыққа төзімділік пен өнімділікті арттыруға ерекше назар аударылады. Қазақстандық бидайдың сапасы ауа-райына байланысты, ал күрт-континенттік климат жоғары сапалы сипаттамалары бар бидай дәнінің қалыптасуына ықпал етеді. Алайда, ҚР Ауыл шаруашылығы министрлігінің деректері бойынша соңғы үш жылда құрамында желімше мөлшері 23,0% болатын бидай дәнінің үлесі 64,7% - ын алды, ал мұндай астықтың үлесі әдетте 80-90% - құрады [6].

Кешенді азық-түлік бидайының тауарлық сапасының төмендеуіне әкелген жағдайының бірнеше себептері бар: температураның өзгеруі, вегетациялық кезеңдегі зиянкестер мен аурулар дәндегі желімше мөлшері мен сапасын төмендетеді, ақуыз заттарының сапасын нашарлатады. Қазақстанның солтүстік облыстарында өсімдіктердің вегетациялық кезеңін қысқартатын септориоз және бидайдың тот ауруларының дамуы байқалды. Қоңыр тат (*Rhizoctonia recondita*) ауруы астық дақылдарының егін түсімін, суыққа және құрғақшылыққа төзімділігін бірден төмендетеді. Ауру салдарынан өсімдік бойы, сабағының жуандығы және масақ ұзындығы қысқарады, масақтағы масақша саны, дән саны, дән масасы кемиді. Ауру көбіне жапырақтың астыңғы жағында ұсақ дөңгелек тәріздес, әрбір жерде орналасқан қоңыр түсті пустулалар түрінде байқалады. Өсімдіктің вегетативті кезеңінің соңына қарай жапырақтың астыңғы жағында жылтыраған қоңыр пустулалар пайда болады. Қоңыр тат ауруының алғашқы белгілері бидайдың масақтану-гүлдену фазасынан бастап, дәннің құрылуы, сүттену және балауызданып пісу фазаларында жаппай дамуға дейін жетеді. Өсімдіктерді зақымдау үшін оңтайлы температура 15-25°C. Жаздық бидайдың түптену кезінде пайда болған ауру өнімді 80%-ға дейін, ал масақтану кезінде 20- 30%-ға дейін төмендетуі мүмкін. Дәннің тұрақты кешенді желімше сапасын қалыптасуына кері әсер ететін факторлар, азотты заттардың жинақталу кезеңінде мол жауын-шашынның болуы және ерте күзгі аяз болып табылады.

Осылайша, құрғақ климаттың күшеюі жағдайында өнімнің жалпы түсімін ұлғайту аудан бірлігінен өнімділікті арттыру арқылы мүмкін болады. Соңғы онжылдықтардағы маңызды дақылдардың өнімділігін арттыруға селекцияның үлесі 30-70 % - ға бағаланады, ал климаттың ықтимал өзгеруін ескере отырып, селекцияның рөлі үнемі артып отырады. Сондықтан құрғақшылыққа төзімді, өнімді, жаздық бидайдың жоғары сапалы, өзгермелі экологиялық жағдайларға бейімделген сорттарын шығару қажет.

Зерттеудің мақсаты-жаздық жұмсақ бидай линияларын кешенді бағалау және экономикалық құнды белгілер бойынша перспективалық үлгілерді анықтау.

Материалдар мен әдістер. А.И. Бараева атындағы "Астық шаруашылығы ғылыми-өндірістік орталығы" ЖШС, жаздық бидай селекциясы зертханасының стационарына 2023-2024 жылдары себілген жаздық жұмсақ бидайдың 33 линиясы зерттелді. Бидай өсімдіктерінің өсу және даму кезеңі уақытында ауа райы жағдайлары бойынша 2023 жылы өте құрғақ ГТК = 0,2, 2024 жылы ылғалды ГТК = 1,3 деп сипаттауға болады. Жаздық жұмсақ

бидай линиялары төрт қайталанған 25 м² танаптарда зерттелді. Егіс жұмыстары 20-25-ші мамырда селекциялық сепкішпен (ССФК-7, Ресей), ал егін жинау жұмыстары селекциялық комбайнмен (Wintersteiger Classic, Австрия) жүргізілді. Фенологиялық бақылаулар (көшеттер, шыбықтар, пісіп-жетілу), құрғақшылыққа төзімділік, жатып қалуға төзімділік ҚР Ауыл шаруашылығы өсімдіктеріне сорттық сынау жүргізу әдістемесіне сәйкес орындалды [7]. Сорттардың астығын тауарлық жіктеу STRK 1046-2008 ұлттық стандартының талаптары негізінде жүзеге асырылды, наубайхана қасиеттері жіктеу нормалары негізінде анықталды.

Ауруларға төзімділікке арналған сорттық үлгілерді зерттеу, әр нақты қоздырғышты ескере отырып жасалған жұқпалы фонда жүзеге асырылды. Тат аурулары мен септориоз бойынша жасанды жұқпалы питомниктер Ауыл шаруашылығы дақылдарын мемлекеттік сорттық сынау талаптарына сәйкес себілген [8].

Бидай өсімдіктерін септориозға төзімділігін тексеру 100% өміршеңдігі кезінде 107 спора/мл, суспензия шығыны – 100 мл/м² болуы тиіс патогенді споралардың сулы суспензиясын бүрку арқылы өсімдіктерді түтіктену кезеңінде жүргізілді [9].

Есепке алу халықаралық шкала бойынша жүргізілді, ол өсімдік мүшелерінің зардап шеккен аймағын % - бен есепке алуды қарастырады және келесідей сараланады:

RR – өте жоғары және жоғары төзімділік, 0-10 зақымдану %;

R – төзімділік – 11-20 дейін зақымдану%;

M – орташа сезімталдық – зақымдану 21-40%;

S – сезімталдық-жеңіліс 41-70%;

SS – жоғары және өте жоғары сезімталдық, зақымдану 71% - дан 100% - ға дейін.

Сабактық таттың зақымдану қарқындылығы Петерсон, Кампелл және Ханнаг шкаласы бойынша анықталды (1948) [10]. Сабактық таттың зақымдану түрі-Стекман және Левин(1922,1959) [11], қоңыр тат – Мейнс-Джексон (1962) әдісімен зерттелді [12].

Негізгі көрсеткіш зақымдану түрі, яғни қоздырғышты енгізуге сапалы реакция болды. Реакция типі 0,1,2 болатын сорттар төзімді деп саналды. Биоматериал жылыжай жағдайында көбейетін споралардың жергілікті популяциясы. Жаздық жұмсақ бидайға иммунологиялық бағалау үшін үлгілерді себу оңтайлы себу мерзімінде жүргізілді.

Алынған нәтижелерді математикалық және статистикалық өңдеу Excell (Microsoft, АҚШ) бағдарламасындағы дисперсиялық талдау формулалары бойынша жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері мен талқылау. Селекциялық материал ретінде бидайдың 33 линиясы зерттелді. Зерттеу нәтижелері бойынша линиялардың астық өнімділігі 11,2 ц/га-дан 27,5 ц/га-ға дейін өзгерді, 0,5 пайыздық ең аз маңызды айырмашылық 023 жылы 1,9 ал, 2024 жылы 3,0 құрады. Бұл көрсеткіш орташа есеппен 2023-2024 жылдардағы питомник бойынша 16,0 ц/га құрады (1-кесте). Бақылау сорттардың өнімділігі орта есеппен екі жыл ішінде Астана орташа ерте пісетін сортында – 21,2 ц/га, Ақмола орташа маусымдық сортында – 2 – 16,5 ц/га, Целинная Юбилейная орта кеш сортында – 17,4 ц/га, вегетациялық кезеңдер тиісінше 85; 88; 90 тәулікті құрады. Астық өнімі бойынша 8 үлгі іріктеліп алынды, олар бақылау сорттардан 3,4-тен 4,6 ц/га-ға дейін асып түсті: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14, 182/14 және 249/14-4. Астық өнімділігі бойынша зерттелген орта ерте мерзімде пісетін бірде-бір линия Астана стандартынан аспады. Ақмола 2 стандартынан астық өнімділігі бойынша орта мерзімде пісетін 7 линия едәуір асып түсті: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14 және 182/14. Орташа кеш пісетін топта егін өнімділігі бойынша стандарт сорты Целинная юбилейнаядан 1 линия айтарлықтай асып түсті: 249/14-4.

Астық сапасының негізгі тауарлық параметрлерінің бірі – натуралық салмағы. Зерттеу нәтижелері бойынша үлгілердегі астықтың натуралық салмағы 682-ден 766 г/л-ге дейін өзгерді (2-кесте). Натуралық салмағы ең жоғарғы деңгейі келесі линияларда байқалады: 347/11, 132/15, 249/14-4 және 326/16-2. Астықтың төмен натуралық салмағы 166/14 линияда – 682 г/л белгіленді.

1-кесте – Конкурстық сорт сынаудағы үздік линиялардың вегетациялық кезеңі мен өнімділігі

Сорт, линия	Вегетациялық кезең, тәулік	Өнімділік, ц/га			Стандарттан ауытқуы ±, ц/га
		2023ж	2024ж	орташа	
Орташа ерте мезгілде пісетін топ					
Астана, st	85	17,2	25,3	21,2	± 0,0
347/11	84	19,1	27,5	23,3	+2,1
233/10	87	18,7	25,6	22,2	+1,0
249/14-2	87	16,9	26,9	21,9	+0,7
Орташа мезгілде пісетін топ					
Акмола 2, st	88	13,7	19,3	16,5	± 0,0
224/14	88	16,7	25,5	21,1	+4,6
132/15	89	17,7	24,1	20,9	+4,4
169/15	88	15,8	25,5	20,6	+4,1
73/15	88	17,7	23,1	20,4	+3,9
285/16	88	16,0	24,8	20,4	+3,9
241/14	88	15,1	25,5	20,3	+3,8
182/14	88	16,1	23,7	19,9	+3,4
Орташа кеш мезгілде пісетін топ					
Целинная юбилейная, st	90	16,8	18,1	17,4	± 0,0
204/14-2	90	17,7	23,1	21,8	+4,4
249/14-4	90	20,4	25,3	21,5	+4,1
86/15	91	18,1	22,7	20,4	+3,0
326/16-2	91	17,9	22,4	20,1	+2,7
241/14-2	90	18,3	22,1	19,2	+1,8
среднее		13,5	18,5	16,0	
НСР ₀₅		1,9	3,0		

Шынылығы эндоспермнің құрылымын анықтайды. 2023-2024 жылдары зерттелген үлгілердегі шынылығы орташа деңгейде болды және 50-ден 61% - ға дейін өзгерді. Жоғары көрсеткіштер келесі линияларда атап өтілді: 224/14, 132/15, 241/14 және 204/14-2. Жіктеу нормаларына сәйкес күшті бидайға 60% - дан жоғары шынылығы бар астық жатады.

Желімшенің мөлшері мен сапасы наубайханалық пісіру көрсеткіштерін анықтайды. МЕМСТ-9353-90 сәйкес күшті бидайға 28%-дан жоғары желімшесі бар үлгілер және 1-ші топтағы сапалы желімше жатады. Зерттелетін желілердегі желімшенің мөлшері 21,1-ден 33,0% - ға дейін өзгерді. Желімшенің жоғары мөлшері келесі линияларда байқалды: 73/15, 132/15, 86/15 және 241/14. Зерттеуде желімшенің сапасы 48-ден 91 бірлікке дейін болды. Сапалы бірінші тобын-дағы желімшемен (45-75 дана ТДК) 14 линия болды: 204/14-2, 249/14-4, 241/14-2 және т.б. Бірінші топ құрамында желімше мөлшрі мен желімше сапасы жоғары күшті бидайға 2 үлгі кіреді: 285/16, 241/14.

2-кесте – Конкурстық сорт сынаудағы үздік линиялардың астық сапасының тауарлық көрсеткіштері

Сорт, линия	Натура, г/л	Шынылығы, %	класс	Желімше мөлшері, %	Желімше сапасы, бірл. ИДК
1	2	3	4	5	6
Орта ерте пісетін топ					
Астана, st	758	54	2	26,7	66
347/11	766	54	3	23,7	58
233/10	760	57	3	25,1	68
249/14-2	748	57	3	24,4	61

1	2	3	4	5	6
Орта мерзімде пісетін топ					
Акмола 2, st	748	55	3	26,5	60
224/14	756	60	2	25,8	75
132/15	765	61	3	31,1	82
169/15	743	53	2	25,8	61
73/15	754	59	3	33,0	91
285/16	720	59	3	29,9	75
241/14	750	61	2	28,2	75
182/14	727	55	3	24,4	66
Орташа кеш пісетін топ					
Целинная юбилейная, st	755	54	2	25,6	67
204/14-2	755	61	2	26,3	49
249/14-4	772	57	3	23,7	69
86/15	726	57	3	31,6	83
326/16-2	767	53	3	24,9	49
241/14-2	738	59	4	21,1	48

Жаздық жұмсақ бидай линияларын иммунологиялық бағалау жасанды инфекциялық фонда жүзеге асырылды. Жүргізілген зерттеулердің нәтижелері бойынша зерттелген линиялар барлығы дерлік қоңыр және сабақ таттарына сезімтал екендігі анықталды, тек екі линия бұл ауруларға орташа сезімталдыққа ие болды: 224/14 (3/50) және 86/5 (3/40) (3-кесте).

3-кесте – Жасанды инфекциялық фонда жаздық жұмсақ бидай линияларын иммунологиялық бағалау 2023-2024 ж. ж.

Сорт, линия	Қоңыр тат, балл/%	Сабақ тат балл/%	Септориоз, әсерлердің түрлері
Орта ерте пісетін топ			
Астана, st	4/80	4/70	S
347/11	4/60	4/50	MR
233/10	4/70	4/60	S
249/14-2	4/80	4/80	S
Орта мерзімде пісетін топ			
Акмола 2, st	4/80	4/80	S
224/14	3/50	4/70	MS
132/15	4/60	4/70	S
169/15	4/80	4/80	S
73/15	4/50	4/60	S
285/16	4/70	4/70	S
241/14	4/80	4/90	S
182/14	4/70	4/70	S
Орташа кеш пісетін топ			
Целинная юбилейная, st	4/90	4/80	S
204/14-2	4/70	4/80	S
249/14-4	4/60	4/90	S
86/15	4/70	3/40	S
326/16-2	4/80	4/80	S
241/14-2	4/70	4/70	S

Зерттелетін линиялардың ішінде 347/11(MR) линиясы орташа септориозға

төзімділікке ие болды, ал 224/14 линиясы орташа сезімталдыққа ие болды.

Бидай дәнінің өнімділігі – бұл селекциялық бағдарламаларда басты назар аударылатын интегралды көрсеткіш. Бұл көрсеткіш топырақ, ауа райы жағдайлары, аурулар, зиянкестер және т.б. сияқты көптеген факторларға байланысты.

Біздің зерттеулерімізде зерттелетін жаздық жұмсақ бидай линияларының өнімділігі 11,2-27,5 ц/га деңгейінде болды, бұл Солтүстік Қазақстанда жүргізілген басқа ғалымдардың зерттеулерінде алынған мәліметтерге сәйкес келеді [13, 14]. Желімшенің массалық үлесі және оның сапасы глютеиндер мен глиадиндердің ақуыз қосылыстарының қатынасымен анықталады, наубайхананың сапа көрсеткіштеріне әсер етеді [15, 16, 17]. Біздің зерттеулерімізге сәйкес, Ақмола 2 стандарт сорты желімшенің құрамын 26,5% және желімшенің сапасын 60 бірлік ИДК қалыптастырды. Бұл басқа зерттеушілердің мәліметтеріне сәйкес келеді [18,19]. Селекциялық бағдарламаларда астық сапасына іріктеу жүргізу кезінде желімшенің саны мен сапасы сияқты көрсеткіштерге көп көңіл бөлу ұсынылады, өйткені олар көбінесе ауа-райының әртүрлі жылдарында жоғары сапалы астық алуға мүмкіндік бермейтін шектеулі минимумда болады [20].

2023-24 жылдары жүргізілген зерттеу нәтижелеріне сәйкес 2 линияны бөліп көрсету керек: 285/16 және 241/14. 285/16 линиясы 88 күнде піседі және пісудің орта мерзімді тобына жатады. Зерттеудің екі жылында ол 20,4 ц/га өнімділікті қалыптастырды, бұл стандарт Ақмола 2 сортынан 3,9 ц жоғары. Бұл линияның желімше мөлшері 29,9% деңгейінде, бұл күшті бидайға қойылатын талаптарға сәйкес келеді. 285/16 линияндағы желімшенің сапасы 75 бірлікті құрады. 241/14 линиясы пісудің орта мезгілдік түріне жатады және 88 күнде піседі. Бұл линияның өнімділігі орта есеппен 20,3 ц/га құрады, бұл Ақмола 2 стандартына қарағанда 3,8 ц/га жоғары. Астық сапасының көрсеткіштері бойынша 241/14 линия күшті бидайға жатады: желімшенің мөлшері 28,2 %, желімшенің сапасы 75 бірлік ИДК.

Қорытынды. Осылайша, екі жылдық зерттеу барысында жаздық жұмсақ бидайдың 33 линиясынан өнімділігі стандарттан асатын 8 линия анықталды: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14, 182/14 және 249/14-4. Астық сапасының көрсеткіштері бойынша күшті бидайға жіктеу нормаларына сәйкес 2 линия анықталды: 285/16 және 241/14.

Иммунологиялық бағалау нәтижелері бойынша септориозға орташа төзімді 347/11 линиясы анықталды. Шаруашылық құнды белгілер кешені бойынша 2 перспективалық линия таңдалды: 285/16 және 241/14.

Қаржыландыру. Жұмыс жобасы Қазақстан Республикасы Ауыл шаруашылығы министрлігінің бюджеттік қаржыландыру бағдарламасы BR24892821 "Қазақстанның әртүрлі топырақ-климаттық аймақтарында өнімділік, сапа және стресске төзімділік әлеуетін арттыру үшін дәнді дақылдар селекциясы және бастапқы тұқым шаруашылығы (2024-2026 жж.)" шеңберінде орындалды.

Әдебиеттер:

[1] Уборка зерновых и зернобобовых в Казахстане завершена на 99,8% – кабмин [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://kaztag.kz/ru/news/uborka-zernovykh-i-zernobobovykh-v-kazakhstan-zavershena-na-99-8-kabmin> (дата обращения 4 ноября 2024)

[2] Казахстан планирует экспортировать в 2024 году порядка 12 млн тонн зерновых [Электронный ресурс]. – 2024. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/22194937> (дата обращения 23 октября 2024)

[3] Положение с продовольствием в мире [Электронный ресурс]. – 2022. – URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (дата обращения 02 сентября 2022)

[4] **Babkenov, A. T.** Breeding spring soft wheat for productivity, grain quality, and resistance to adverse external factors in Northern Kazakhstan [Text] / A. T. Babkenov, S. A. Babkenova, K. K. Abdullayev, Y. K. Kairzhanov // Journal of Ecological Engineering, 2020. – Vol. 21, No. 6. – P. 8-12. – <https://doi.org/10.12911/22998993/123160>

[5] **Morgounov, A.** et al. Effect of climate change on spring wheat yields in North America and

Eurasia in 1981-2015 and implications for breeding //PloS one. – 2018. – Т. 13. – №. 10. – С. e0204932.

[6] Минсельхоз отчитался об итогах сельхозсезона [Электронный ресурс]. – 2020. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/141491?lang=ru> (дата обращения 29 декабря 2020)

[7] Metodika provedeniya sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh rastenij [Tekst]. – Astana, 2011. – 127 s.

[8] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур. - Алматы, 2002. - С. 270-272.

[9] Отбор исходного материала для создания сортов пшеницы с длительной устойчивостью к септориозу: Методические рекомендации. – Москва, 2017. – 56 с.

[10] **Peterson, R.F.**, Campbell A.B. and Hannah A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Can. J. Res.Sect, 1948. – P. 496-500.

[11] **Стэкмен, Е.**, Харрар Дж. Основы патологии растений. – М: Н/Л., 1959. – 540 с.

[12] **Mains, E.B.**, Jackson U.C. Phytopathol V.16/1. – 1962. – P. 89-120.

[13] **Shamanin, V.P.** Genotypic and ecological variability of zinc content in the grain of spring bread wheat varieties in the international nursery KASIB [Text] / V.P. Shamanin, P. Flis, T.V. Savin, S.S. Shepelev, O.G. Kuzmin, A.S. Chursin, I.V. Pototskaya, I.E. Likhenko, I.Y. Kushnirenko, A.A. Kazak, V.A. Chudinov, T.V. Shelaeva, A.I. Morgounov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2021. – Vol. 25. – №. 5. – P. 543.

[14] **Morgounov, A.** Yield and quality in purple-grained wheat isogenic lines [Text] / A. Morgounov, Y. Karaduman, B. Akin, S. Aydogan, P.S. Baenziger, M. Bhatta, V. Chudinov, S. Dreisigacker, V. Govindan, S. Güler, C. Guzman, A. Nehe, R. Poudel, D. Rose, E. Gordeeva, V. Shamanin, K. Subasi, Y. Zelenskiy, E. Khlestkina //Agronomy, 2020. – Vol. 10. – №. 1. – P. 86.

[15] **Utebayev, M. U.** Allelic composition of gliadin-coding loci as a 'portrait' in spring soft wheat selections of russian and kazakh origins [Text] / M. U. Utebayev, Y.Y. Dolinny, S.M. Dashkevich, N.A. BOME // SABRAO Journal of Breeding and Genetics. – 2022. – Vol. 54. – №. 4. – P. 755-766.

[16] **Utebayev, M. U.** et al. Assessment of the genetic diversity of the alleles of gliadin-coding loci in common wheat (*Triticum aestivum* L.) collections in Kazakhstan and Russia //Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2024. – Т. 28. – №. 3. – С. 263.

[17] **Utebayev M.** et al. Genetic polymorphism of glutenin subunits with high molecular weight and their role in grain and dough qualities of spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) from Northern Kazakhstan //Acta Physiologiae Plantarum, 2019. – Т. 41. – С. 1-11.

[18] **Утебаев, М.У.** Качество зерна сортов яровой пшеницы (*Triticum aestivum* L.) Западно-Сибирской селекции в условиях Северного Казахстана [Текст] / М.У. Утебаев, Т.В. Шелаева, Н.А. Боме, И.В. Чилимова, О.О. Крадецкая, С.М. Дашкевич, В.В. Новохатин, Л.И. Вайсфельд // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции, 2022. – № 183(3). – С.27-38.

[19] **Kradetskaya O. O.** et al. Аминокислотный состав белков зерна сортов и линий яровой мягкой пшеницы в условиях северного казахстана //Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary, 2024. – №. 1 (120). – С. 90-106.

[20] **Helguera, M.** Grain quality in breeding //Wheat quality for improving processing and human health [Text] / M. Helguera, A. Abugalieva, S. Battenfield, F. Békés, G. Branlard, M. Cuniberti, A. Hüsken, E. Johansson, C.F. Morris, E. Nurit, M. Sissons, D. Vazquez. – Springer, Cham, 2020. – С. 273-307.

References:

[1] Uborka zernovyh i zernobobovyh v Kazahstane zavershena na 99,8% – kabmin [Jelektronnyj resurs]. – 2024. – URL: <https://kaztag.kz/ru/news/uborka-zernovykh-i-zernobobovykh-v-kazahstane-zavershena-na-99-8-kabmin> (data obrashhenija 4 nojabrja 2024) [in russian]

[2] Kazakhstan planiruet jeksportirovat' v 2024 godu porjadka 12 mln tonn zernovyh [Jelektronnyj resurs]. – 2024. – URL: <https://tass.ru/ekonomika/22194937> (data obrashhenija 23 oktjabrja 2024) [in russian]

[3] Polozhenie s prodovol'stvиеm v mire [Jelektronnyj resurs]. – 2022. – URL: <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/ru/> (data obrashhenija 02 sentjabrja 2022) [in russian]

[4] **Babkenov, A. T.** Breeding spring soft wheat for productivity, grain quality, and resistance to

adverse external factors in Northern Kazakhstan [Text] / A. T. Babkenov, S. A. Babkenova, K. K. Abdullayev, Y. K. Kairzhanov // Journal of Ecological Engineering. – 2020. – Vol. 21, No. 6. – P. 8-12. – <https://doi.org/10.12911/22998993/123160> [in english]

[5] **Morgounov, A.** et al. Effect of climate change on spring wheat yields in North America and Eurasia in 1981-2015 and implications for breeding // PloS one. – 2018. – T. 13. – №. 10. – S. 204932. [in english]

[6] Minsel'hoz otchitalsja ob itogah sel'hozsezona [Elektronnyj resurs]. – 2020. – URL: <https://www.gov.kz/memleket/entities/moa/press/news/details/141491?lang=ru> (data obrashhenija 29 dekabrja 2020) [in russian]

[7] Metodika provedeniya sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh rastenij [Tekst]. – Astana, 2011. – 127 s. [in russian]

[8] Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozyajstvennyh kul'tur. – Almaty, 2002. – S. 270-272. [in russian]

[9] Otkor ishodnogo materiala dlja sozdaniya sortov pshenicy s dlitel'noj ustojchivost'ju k septoriozu: Metodicheskie rekomendacii. – Moskva, 2017. – 56 s. [in russian]

[10] **Peterson, R.F.**, Campbell A.B. and Hannah A diagrammatic scale for estimating rust intensity of leaves and stem of cereals. Can. J. Res.Sect. – 1948. – P. 496-500. [in english]

[11] **Stjekmen, E.**, Harrar Dzh. Osnovy patologii rastenij, - M: N/L., 1959. - 540 s. [in russian]

[12] **Mains, E.B.**, Jackson U.C. Phytopathol V.16/1. – 1962. – R. 89-120. [in english]

[13] **Shamanin, V.P.** Genotypic and ecological variability of zinc content in the grain of spring bread wheat varieties in the international nursery KASIB [Text] / V.P. Shamanin, P. Flis, T.V. Savin, S.S. Shepelev, O.G. Kuzmin, A.S. Chursin, I.V. Pototskaya, I.E. Likhenko, I.Y. Kushnirenko, A.A. Kazak, V.A. Chudinov, T.V. Shelaeva, A.I. Morgounov // Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2021. – Vol. 25. – №. 5. – P. 543. [in english]

[14] **Morgounov, A.** Yield and quality in purple-grained wheat isogenic lines [Text] / A. Morgounov, Y. Karaduman, B. Akin, S. Aydogan, P.S. Baenziger, M. Bhatta, V. Chudinov, S. Dreisigacker, V. Govindan, S. Güler, C. Guzman, A. Nehe, R. Poudel, D. Rose, E. Gordeeva, V. Shamanin, K. Subasi, Y. Zelenskiy, E. Khlestkina // Agronomy, 2020. – Vol. 10. – №. 1. – P. 86. [in english]

[15] **Utebayev, M. U.** Allelic composition of gliadin-coding loci as a 'portrait' in spring soft wheat selections of russian and kazakh origins [Text] / M. U. Utebayev, Y.Y. Dolinny, S.M. Dashkevich, N.A. BOME // SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 2022. – Vol. 54. – №. 4. – P. 755-766. [in english]

[16] **Utebayev, M. U.** et al. Assessment of the genetic diversity of the alleles of gliadin-coding loci in common wheat (*Triticum aestivum* L.) collections in Kazakhstan and Russia // Vavilov Journal of Genetics and Breeding, 2024. – T. 28. – №. 3. – S. 263. [in english]

[17] **Utebayev, M.** et al. Genetic polymorphism of glutenin subunits with high molecular weight and their role in grain and dough qualities of spring bread wheat (*Triticum aestivum* L.) from Northern Kazakhstan // Acta Physiologiae Plantarum, 2019. – T. 41. – S. 1-11. [in english]

[18] **Utebaev, M.U.** Kachestvo zerna sortov jarovoj pshenicy (*Triticum aestivum* L.) Zapadno-Sibirskoj selekcii v uslovijah Severnogo Kazahstana [Tekst] / M.U. Utebaev, T.V. Shelaeva, N.A. Bome, I.V. Chilimova, O.O. Kradeckaja, S.M. Dashkevich, V.V. Novohatin, L.I. Vajsfel'd // Trudy po prikladnoj botanike, genetike i selekcii, 2022. – № 183(3). – S.27-38. [in russian]

[19] **Kradetskaya O. O.** et al. Aminokislotnyj sostav belkov zerna sortov i linij jarovoj mjagkoj pshenicy v uslovijah severnogo kazahstana // Herald of science of S. Seifullin Kazakh agrotechnical university: Multidisciplinary, 2024. – №. 1 (120). – S. 90-106. [in russian]

[20] **Helguera, M.** Grain quality in breeding // Wheat quality for improving processing and human health [Text] / M. Helguera, A. Abugalieva, S. Battenfield, F. Békés, G. Branlard, M. Cuniberti, A. Hüskén, E. Johansson, C.F. Morris, E. Nurit, M. Sissons, D. Vazquez. – Springer, Cham, 2020. – S. 273-307. [in english]

ОЦЕНКА ЛИНИИ ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫМ ПРИЗНАКОМ В УСЛОВЬЯХ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Бабкенов А. Т., кандидат сельскохозяйственных наук
Саянов А. Т.*, магистр сельскохозяйственных наук
Бабкенова С.А., кандидат сельскохозяйственных наук
Каиржанов Е. К., магистр сельскохозяйственных наук
Дашкеевич С.М., кандидат сельскохозяйственных наук
Шелаева Т.В.

ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева», п. Научный, Казахстан

Аннотация. В Казахстане основной экспортной культурой является яровая пшеница. Основную долю зерна, реализуемого на мировом рынке, составляет зерно яровой пшеницы, выращенное в Северном Казахстане, где посевные площади под этой культурой достигают 85 %, что составляет около 10 млн. га. Для повышения урожайности пшеницы в условиях резкоконтинентального климата Северного Казахстана, необходимо в селекционных программах акцентировать внимание селекционеров на создание конкурентоспособных сортов устойчивых к лимитирующим факторам внешней среды. Цель исследований – комплексная оценка линии яровой мягкой пшеницы и выделение перспективных образцов по хозяйственным ценным признакам. В изучении находились 33 линии яровой мягкой пшеницы, которые высевались на стационаре лаборатории селекции яровой пшеницы ТОО «Научно-производственный центр зернового хозяйства им. А.И. Бараева» в 2023-2024 гг. Фенологические наблюдения (всходы, колошение, созревание), засухоустойчивость, устойчивость к полеганию выполнялись в соответствии с методикой проведения сортоиспытания сельскохозяйственных растений РК. Товарная классификация зерна сортов осуществлялась на основе требований национального стандарта СТ РК 1046-2008, хлебопекарные качества определяли на основе классификационных норм. Таким образом, за два года исследований из 33 линий яровой мягкой пшеницы выделены 8 линий, достоверно превосходящих стандарты по урожайности: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14, 182/14 и 249/14-4. Самый высокий уровень натурности отмечен у следующих линий: 347/11, 132/15, 249/14-4 и 326/16-2. Высокие показатели стекловидности отмечены у следующих линий: 224/14, 132/15, 241/14 и 204/14-2. Высокий показатель содержания клейковины формировали следующие линии: 73/15, 132/15, 86/15 и 241/14. Первую группу (45-75 ед. ТДК) качества клейковины имели 14 линии: 204/14-2, 249/14-4, 241/14-2 и др. По показателям качества зерна выделены 2 линии, относящиеся согласно классификационным нормам к сильным пшеницам: 285/16 и 241/14. По комплексу хозяйственно ценных признаков отобраны 2 перспективные линии: 285/16 и 241/14.

Ключевые слова: Яровая мягкая пшеница, сорт, урожайность, натурная масса, стекловидность, содержание клейковины, качество клейковины.

EVALUATION OF A LINE OF SPRING SOFT WHEAT BY ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS IN THE CONDITIONS OF NORTHERN KAZAKHSTAN

Babkenov A.T. Candidate of Agricultural Sciences
Sayanov A.T.* Master of Agricultural Sciences
Babkenova S.A. Candidate of Agricultural Sciences
Kairzhanov E.K. Master of Agricultural Sciences
Dashkeevich S.M. Candidate of Agricultural Sciences
Shelaeva T.V.

LLP «Scientific and Production Center of Grain Farming named after A. I. Barayev», p. Nauchny, Kazakhstan

Annotation. In Kazakhstan, the main export crop is spring wheat. The main share of grain sold on

the world market is spring wheat grown in Northern Kazakhstan, where the sown area under this crop reaches 85%, which is about 10 million hectares. In order to increase the yield of wheat in the conditions of the sharply continental climate of Northern Kazakhstan, it is necessary to focus the attention of breeders in breeding programs on the creation of competitive varieties resistant to limiting environmental factors. The purpose of the research is a comprehensive assessment of the spring soft wheat line and the selection of promising samples for economically valuable traits. The study included 33 lines of spring soft wheat, which were sown at the stationary facility of the spring wheat selection laboratory of A.I. Barayev Scientific and Production Center for Grain Farming in 2023-2024. Phenological observations (seedlings, heading, ripening), drought resistance, resistance to lodging were carried out in accordance with the methodology for conducting variety testing of agricultural plants of the Republic of Kazakhstan. Commodity classification of grain varieties was carried out on the basis of the requirements of the national standard STRK 1046-2008, baking qualities were determined on the basis of classification norms. Thus, over two years of research, 8 lines out of 33 spring soft wheat lines were identified that reliably exceeded the standards in yield: 224/14, 132/15, 169/15, 73/15, 285/16, 241/14, 182/14 and 249/14-4. The highest natural content was noted in the following lines: 347/11, 132/15, 249/14-4 and 326/16-2. High vitreousness values were noted in the following lines: 224/14, 132/15, 241/14 and 204/14-2. High gluten content was formed by the following lines: 73/15, 132/15, 86/15 and 241/14. The first group (45-75 units of TDC) of gluten quality included 14 lines: 204/14-2, 249/14-4, 241/14-2, etc. According to grain quality indicators, 2 lines were identified that, according to classification standards, belong to strong wheat: 285/16 and 241/14. According to a set of economically valuable traits, 2 promising lines were selected: 285/16 and 241/14.

Keywords: Spring soft wheat, variety, yield, natural weight, vitreousness, gluten content, gluten quality.

ИЗУЧЕНИЕ, ОЦЕНКА И ОТБОР ВЫСОКОЗИМОСТОЙКИХ ФОРМ РАСТЕНИЙ ДОННИКА В УСЛОВИЯХ АКМОЛИНСКОЙ ОБЛАСТИ

Сагалбеков У.М.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, академик НААН РК

sagalbekov52@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2959-3802>

Уалиева Г.Т.^{1*}, PhD

ualiyeva_gt@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2341-6300>

Калибаев Б.Б.¹, PhD

kalibaev0582@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8116-1150>

Калин А.К.¹, PhD

arman.kalin@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0004-2061-0137>

Смаилова Г.Т.², кандидат сельскохозяйственных наук

gulsara-smailova@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0002-8493-7820>

Капбасова Г.А.³, магистр естественных наук

askerbaevna_82@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9668-988X>

¹*Кокшетауское опытно-производственное хозяйство, Акмолинская область, Зерендинский район, с. Шагалалы, Казахстан*

²*Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова, г. Кокшетау, Казахстан*

³*Кокшетауский университет имени Абая Мырзахметова, г. Кокшетау, Казахстан*

Аннотация. В статье приведены результаты селекционной оценки и отбору перспективного исходного материала для селекции высокозимостойких форм растений донника. Экспериментальные исследования проводились (2015-2024 гг.) на опытных стационарах Кокшетауского опытно-производственного хозяйства, которое находится в с. Шагалалы, Акмолинской области.

По результатам исследований, все образцы донника в количестве 637 номеров из мировой коллекции ВИР, местные популяции и селекционные линии в зависимости от степени перезимовки разбиты на 5 групп и определены пределы изменчивости данного признака от 50 до 100 % перезимовки. Очень высокую зимостойкость имели 89 образцов донника, сформировавшиеся в суровых по перезимовке условиях таких экологических условиях, как Западная и Восточная Сибирь (Медет, Обский гигант, Сибирский, Новосибирский, Сретенский 1, Керчинский 1, Саянский, Катэк, Омский скороспелый, Северный, Немюганский и др.); Северный Казахстан (Шедевр 75, Шавекен, Акбас, Сарбас, Кокшетауский, Северо-Казахстанский 7 и др.); Северная Европа (К-32334, К-32335) и Северная Америка (Арктик, К-38852, К-38855). Признак зимостойкости в пределах групп и популяций варьирует слабо. Коэффициент изменчивости (V) не превышает 6,0-8,4%, то есть селекционный отбор может быть весьма эффективным. На основании данной гипотезы был разработан и апробирован селекционный способ отбора зимостойких форм растений донника, где в качестве критериев оценки и отбора приняты такие признаки как, продолжительность вегетативного роста в год посева, диаметр корневой шейки и глубина залегания корневой шейки в почве.

Ключевые слова: донник, исходный материал, образец, сорт, зимостойкость, отбор.

Введение. Универсальность и хозяйственная ценность донника обусловлены благоприятным сочетанием биологических свойств и продуктивных признаков, значимых для земледелия и растениеводства. Донник представляет собой незаменимую высокобелковую кормовую культуру, отличающуюся высоким содержанием протеина, каротина, незаменимых аминокислот и минеральных соединений, что позволяет эффективно решать проблему дефицита растительного белка в сопочно-равнинных районах Северного Казахстана, включая участки с засоленными почвами [1,2].

Донник представляет ценность как эффективный бобовый предшественник зерновых культур, сидеральное растение, интенсивная парозанимающая культура для кормовых севооборотов, а также как высокопродуктивный медонос. Его широкое внедрение в производство ограничивается недостаточной обеспеченностью сортами, адаптированными к

почвенно-климатическим условиям региона возделывания и различным направлениям хозяйственного использования [3-5].

В условиях Северного Казахстана преимущественно возделываются сорта донника жёлтого Альшеевский (Башкирия, 1958) и донника белого Сретенский (Читинская ОС, 1969), которые по ряду агрономических показателей не соответствуют современным требованиям сельскохозяйственного производства. В связи с этим актуальной является задача создания новых сортов донника с заданными характеристиками, определёнными целями проводимых исследований [6,7].

Предложен метод идентификации и селекционного отбора зимостойких форм донника, основанный на комплексной оценке эколого-морфологических признаков. В качестве ключевых диагностических параметров рассматриваются продолжительность вегетативного периода в год посева, а также морфометрические характеристики корневой шейки – её диаметр и глубина залегания в почвенном профиле [8].

Основным лимитирующим экологическим фактором возделывания многолетних трав является зимостойкость растений. Из кормовых трав одной из зимостойких культур является донник. В степных районах растения донника на уровне корневой шейки (2-4 см от поверхности почвы) переносит зимой при высоте снежного покрова до 20 см морозы в 30-40°C [9,10].

В условиях резко континентального климата Северного Казахстана донник - самое стойкое растение к перезимовке из всех возделываемых бобовых трав [11,12]. Зимостойкость донника обуславливается глубоким проникновением в почву хорошо развитого главного корня со сложной архитектоникой боковых разветвлений и глубоким залеганием корневой шейки [13]. Американские ученые зимостойкость сортов донника, испытанных в Палмере (Аляска), связывают с повышенным содержанием водно-растворимых белков и большим запасом углеводов, накопленных перед уходом в зиму [14].

В селекционной практике донника на современном этапе основное внимание уделяется оценке продуктивности зелёной массы и семенной урожайности, что определяет направление отбора перспективных форм. Однако в условиях нарастающей климатической нестабильности и воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды наблюдается значительное снижение продуктивности у ряда сортов при стрессовых нагрузках, таких как низкие температуры в зимний период, дефицит влаги, вспышки фитопатологий и повышение уровня засоленности почв. Решение задачи повышения адаптивного потенциала растений не может быть достигнуто исключительно за счёт селекции по одному признаку устойчивости - например, только к морозу или только к засухе. Комплексный подход к формированию сортов с многокомпонентной стрессоустойчивостью требует внедрения новых методов диагностики и отбора. В рамках научных исследований были разработаны и зарегистрированы инновационные патенты, основанные на применении специфических индикаторов устойчивости, позволяющих более точно идентифицировать и отбирать генотипы, способные сохранять продуктивность в условиях агроэкологического стресса.

Селекция сортов донника осуществляется с использованием традиционных методов, направленных на улучшение хозяйственно ценных признаков, повышение продуктивности кормовой массы и семенной урожайности. Основными критериями отбора служат агрономически значимые признаки, обеспечивающие стабильную урожайность в условиях хозяйственного использования. Особое внимание уделяется формированию сортов, обладающих устойчивостью к ключевым факторам внешней среды.

В условиях нарастающей климатической изменчивости и усложнения агроэкологических условий возрастает актуальность селекции донника на комплексную стрессоустойчивость. Среди факторов, оказывающих влияние на продуктивность растений, выделяются суровые условия перезимовки, засушливые периоды, эпифитотии вредителей и болезней, а также повышение засоленности почв. Устойчивость к этим стрессам становится важным направлением в селекционной работе.

Создание сортов, адаптированных к отдельным типам стрессов - например, зимостойких или засухо- и жаростойких - является важным этапом, однако современная наука стремится к формированию сортов с многокомпонентной устойчивостью. В рамках научных исследований разработаны инновационные подходы, позволяющие оценивать и отбирать генотипы по ряду физиологических и биохимических индикаторов устойчивости.

Результатом этой работы стало получение патентов на селекционные решения, направленные на повышение адаптивного потенциала донника. Использование таких индикаторов открывает перспективы для создания сортов, способных сохранять высокую продуктивность в условиях комплексного воздействия неблагоприятных факторов, обеспечивая устойчивость агроценозов и стабильность кормопроизводства.

Донник представляет собой перспективную культуру с широким спектром хозяйственного назначения: кормовое, фитомелиоративное, сидеральное, парозанимающее и почвоулучшающее использование. Однако темпы его внедрения в севооборот остаются низкими. Расширение посевных площадей и повышение урожайности ограничиваются отсутствием высокопродуктивных и стрессоустойчивых сортов, адаптированных к разнообразным почвенно-климатическим условиям и специфическим направлениям аграрного применения. Большинство современных сортов лишь незначительно превосходят дикорастущие формы по кормовой продуктивности, качеству и морфологическим признакам, представляя собой улучшенные популяции, полученные методом массового отбора. Такие сорта, как правило, сохраняют черты природных моделей и характеризуются рядом недостатков: грубостебельностью, слабой кустистостью и облиственностью, восприимчивостью к болезням и вредителям, слабым отрастанием, неравномерным и растянутым сроком созревания, а также высоким содержанием кумарина. В связи с этим актуальной задачей является создание новых сортов донника, обладающих высокой урожайностью зелёной массы и семян, устойчивостью к биотическим и абиотическим стрессам, низким содержанием кумарина, выраженной кустистостью, ветвистостью, облиственностью, способностью к активному отрастанию после укуса, зимостойкостью, засухо- и солеустойчивостью.

Материалы и методы исследования. Оценка, изучение и отбор перспективных номеров исходного материала донника по признаку зимостойкости проводились на стационарных опытных полях Кокшетауского опытно-производственного хозяйства, расположенного в селе Шагалалы Акмолинской области.

Посев осуществлялся в первой декаде мая с применением ручной сеялки. Предшественник - чистый пар. Способ посева - квадратно-гнездовой (70x70 см). Номер в питомнике занимал 5 м² в 6 повторениях. Через каждые десять номеров высевали стандарт.

Уход за растениями в опытах проводили ручным и механизированным способом. Уборка отобранных номеров проводилась вручную. Обмолот снопов осуществлялся с использованием специализированной селекционной молотилки МТПУ-500. В течение всего вегетационного периода выполнялись полевые браковки. Учётные работы и наблюдения проводились согласно общепринятым методикам для многолетних культур, обработка полученных данных осуществлялась по методике Б.А. Доспехова [15-19].

В период проведения исследований метеорологические условия характеризовались неравномерностью, что способствовало более объективной оценке исследуемого материала. Почва опытного участка представлена чернозёмом обыкновенным. По химическому составу она содержит: гумус - 4,72 %, рН среды - 7,1-7,4. В пахотном слое содержание азота составляет 17,9 мг, подвижного фосфора - 8,6 мг, обменного калия - 350,0 мг на 1000 г почвы. Таким образом, обеспеченность почвы элементами питания оценивается как средняя по азоту, низкая по фосфору и высокая по калию.

Климат региона - резко континентальный, с выраженными колебаниями температур, относительной влажности воздуха и неравномерным распределением осадков. В течение исследуемого периода условия для роста и развития растений были удовлетворительными.

Результаты и обсуждение. Исходя из анализа биологических особенностей роста и развития культуры донника, реакция ее на экологические условия произрастания, по результатам ранее проведенных исследований [20] можно констатировать, что способность растений донника к перезимовке предопределяется в основном 4-мя признаками:

- первое, процессом закаливания растений к перезимовке в первый год жизни;
- второе, диаметром образования корневой шейки перед перезимовкой (точкой отрастания на второй год жизни);
- третье, глубиной залегания корневой нитке в почве;
- и четвертое, эколого-географическим происхождением сорта.

Исходя из анализа биологических особенностей роста и развития многолетних растений в первый год жизни (на примере культуры донника), а также реакции растений на экологические условия произрастания, установлено, что устойчивость растений донника к перезимовке предопределяется в основном 4-мя признаками: первый, процессом закаливания растений к перезимовке в первый год жизни; второй, диаметром образования корневой шейки перед перезимовкой (точкой отрастания на второй год жизни); третий, глубиной залегания корневой шейки в почве; четвертый, экологогеографическим происхождением сорта.

Для оценки состояния зимующих растений многолетних кормовых трав и прогнозирования их перезимовки разработан ряд методов и подходов [21], однако их практическое применение сопряжено с высокой трудоёмкостью и необходимостью использования специализированного оборудования. В частности, одним из аналогичных методов является способ прогнозирования перезимовки лугового клевера, основанный на отборе растительных образцов и определении их биофизических характеристик. С целью повышения точности и оперативности прогноза в зимний период регулярно фиксируются показатели спонтанного сверхслабого свечения зимующих почек.

Для оценки состояния зимующих растений клевера М.А. Смурыгин и Т.С. Баранникова [22] также предлагают проводить отбор проб в течение периода перезимовки и определять содержание сахарозы в корневой шейке растений.

Основные признаки аналога, которые совпадают с существенными признаками заявляемого изобретения:

- способ прогнозирования перезимовки многолетних культур, однако, цель достигается совершенно другим методом более трудоемким (ежемесячный отбор растений из-под снега высотой в 20-30 см и необходимость специальных приборов), чем в заявленном изобретении. Кроме того, данный способ фиксирует фактическое состояние растений, а в заявляемом изобретении заблаговременно до перезимовки по внешним морфобиологическим признакам в первый год жизни многолетних культур оценивают и отбирают устойчивые к перезимовке формы;

- способ оценки состояния зимующих растений по содержанию в корневой системе углеводов также очень трудоемкий процесс (отбор проб в зимний период, наличие прибора для определения углеводов). Кроме того, этот способ также фиксирует только фактическое состояние зимующих растений.

Подготовка многолетних трав к зимнему периоду обусловлена сокращением светового дня во второй половине лета. Формы с низкой зимостойкостью, как правило, характеризуются удлинённым вегетационным периодом и не завершают рост к концу лета, вследствие чего не проходят фазу закаливания и не накапливают необходимое количество запасных пластических веществ для успешной перезимовки.

Установлена тесная положительная корреляционная связь между временем прекращения ростовых процессов в первый год жизни растений донника и процентом их перезимовки. У донника белого коэффициент корреляции составляет $r=0,72\pm 0,21$, а у донника желтого - $r=0,69\pm 0,17$. Таким образом, чем раньше прекращаются ростовые процессы у растений в первый год жизни, тем выше их способность к перезимовке во второй год. У зимостойких форм продолжительность вегетационного периода в год посева

составляет 81-86 дней, тогда как у относительно слабозимостойких - 100-109 дней.

Установлено, что зимостойкие формы характеризуются более утолщённой корневой шейкой: у донника белого её диаметр составляет 14-19 мм (у слабозимостойких - 12 мм), у донника жёлтого - 12-17 мм (у слабозимостойких – 7-9 мм). Ещё одной морфобиологической особенностью зимостойких форм является более глубокое залегание корневой шейки: 2,2-3,2 см против 0,7-1,8 см у слабозимостойких.

Кроме того, уровень перезимовки зависит от эколого-географического происхождения сортов. Предварительно отобранные в год посева формы донника, обладающие признаками высокой зимостойкости, подтвердили эффективность применённого подхода: при перезимовке стандартных сортов на уровне 83,3-85,4 %, зимостойкие отборы обеспечили 94-100 %. В результате высокая зимостойкость в сочетании с другими признаками способствовала увеличению урожайности сена с 18,8 до 25,9 ц/га.

По данным У.М. Сагалбекова [10], вышеперечисленные биологические особенности культуры донника, являются наследственно обусловленными и зависят от генотипа возделываемого сорта. По исследованиям И.И. Туманова [20] и Н.А. Максимова [23] процесс подготовки многолетних трав к зиме зависит от сокращения длины дня во второй половине лета. Слабозимостойкие формы, как правило, имеющие продолжительный период вегетации, к концу лета своевременно не заканчивают рост, не успевают пройти фазы закаливания и накопить достаточное количество запасных пластических веществ для перезимовки. Установлена тесная положительная корреляционная связь между временем прекращения ростовых процессов в первый год жизни растений донника и процентом их перезимовки. У донника белого Медет он равняется $r = 0,72 \pm 0,21$, а у донника желтого Сретенский $r = 0,69 \pm 0,17$ [10]. На основе этой эколого-биологической закономерности и морфологических особенностей растений донника первого года жизни, можно рекомендовать эффективный способ селекционного отбора зимостойких форм по внешним маркерным экологическим, биологическим и морфологическим признакам. Сущность его заключается в том, что отбираются растения, относительно рано прекращающие вегетативный рост в год посева с глубоко залегающей и утолщенной корневой шейкой. Эффективность способа высокая, при благоприятном сочетании всех четырех критериев отбора, зимостойкость популяции практически можно поднять до максимального значения (таблица 1).

Таблица 1 – Морфологические признаки отбора зимостойких форм донника (среднее за 2015-2024 гг.)

Сорт, образец	Длина вегетации в год посева, сутки	Диаметр корневой шейки, мм	Глубина залегания корневой шейки, см	% перезимовки
Сретенский 1 (St)	109	12	1,7	83,7
Северо-Казахстанский 7	104	12	1,8	85,9
9204	103	12	1,6	87,3
9544	92	13	2,4	97,7
9446	84	19	2,5	100,0
9224	81	16	3,1	100,0
9221	83	14	3,2	100,0
Альшеевский (St)	101	7	0,7	87,0
Кокшетауский	100	9	1,5	97,5
Омский скороспелый	88	10	1,8	97,7
СППж-4-05-21-7	86	12	2,2	100,0
ДГ ж-24-04-9-3	85	13	2,5	100,0
СППж-8-05-17-4	84	15	2,7	100,0
СППж-10-06-7-6	82	17	2,9	100,0

Образцы донника, прекращающие рост в первый год жизни на 2-3 недели раньше стандартных сортов с диаметром корневой шейки 17-19 мм и залегающие на глубину 2,5-3,2 см от поверхности почвы, обеспечивали 100% перезимовку (St - 83-87 %). Оценка образцов 2-х летних видов донника на зимостойкость в условиях Западной Сибири и Северного Казахстана подтвердили данные о высокой приспособленности культуры к суровым экологическим условиям перезимовки. Однако зимостойкость строго дифференцирована. Она зависит, как указывалось выше, прежде всего, от ритма развития и экологии конкретных популяций.

По результатам исследований, все образцы донника в количестве 637 номеров из мировой коллекции ВИР, местные популяции и селекционные линии в зависимости от степени перезимовки разбиты на 5 групп и определены пределы изменчивости данного признака от 50 до 100 % перезимовки (таблица 2).

Очень высокую зимостойкость имели 89 образцов донника, сформировавшиеся в суровых по перезимовке условиях таких экологических условиях, как Западная и Восточная Сибирь (Медет, Обский гигант, Сибирский, Новосибирский, Сретенский 1, Керчинский 1, Саянский, Катэк, Омский скороспелый, Северный, Немюганский и др.); Северный Казахстан (Шедевр 75, Шавекен, Акбас, Сарбас, Кокшетауский, Северо-Казахстанский 7 и др.); Северная Европа (К-32334, К-32335) и Северная Америка (Арктик, К-38852, К- 38855).

Таблица 2 – Изменчивость зимостойкости у двулетних видов донника (2015-2024 гг.), %

Группа зимостойкости	Количество образцов, шт.	Предел изменчивости	$\bar{x} \pm m$	V	P
Очень высокая	89	90-100	94,3±1,8	8,4	2,2
Высокая	176	80-89	82,9±1,9	8,8	2,3
Выше средней	125	70-79	74,3±2,1	9,0	2,4
Средняя	128	60-69	65,4±1,9	7,6	2,1
Низкая	102	50-59	57,5±2,2	6,7	2,0

Высоким и выше средним процентом перезимовки характеризовались 301 образец. Среди них широко распространенные сорта Альшеевский, Башкирский, Диамид, Колдыбанский, Эректор, Мадрид, Медик, Ветвистый 41 и др. И, наоборот, образцы из южных районов с относительно благоприятной зимой отмечались слабой зимостойкостью. Процент перезимовки таких популяций не превышал 50-59. В эту группу, объединяющую 102 номера, вошли представители из Южного Казахстана (К-36242, К-35942), Прибалтики (Йыгева 12, Куузику), Венгрии (Комхоро, Бокрас) и др.

Признак зимостойкости в пределах групп и популяций варьирует слабо. Коэффициент изменчивости (V) не превышает 6,0-8,4%, то есть селекционный отбор может быть весьма эффективным. На основании данной гипотезы был разработан и апробирован селекционный способ отбора зимостойких форм растений донника [8], где в качестве критериев оценки и отбора приняты такие признаки как, продолжительность вегетативного роста в год посева, диаметр корневой шейки и глубина залегания корневой шейки в почве.

С применением данного способа оценки и отбора можно на первом году жизни растений отобрать необходимые формы и исключить из селекционного процесса неустойчивые образцы, не дожидаясь естественного процесса перезимовки, что существенно облегчает дальнейшее ведение селекции. Сприменением данного селекционного приема созданы новые сорта донника Кокшетауский 10, Кокшетауский 14 и Кокшетауский 17 которые по многим биологическим и хозяйственно ценным признакам превосходят возделываемые сорта.

Так если урожайность зеленой массы широко возделываемого сорта донника желтого Альшеевский составляло 140-160 ц/га, сена 25-37 ц/га, то у перспективных номеров она

превышает на 15-20 %.

Финансирование. Исследования выполнены в рамках программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан BR22884393 «Создание конкурентоспособных сортов и гибридов кормовых культур для различных агроклиматических зон Казахстана и разработка сортовой технологии», 2024-2026 гг.

Литература:

- [1] Сагалбеков, У.М. Донник – универсальная культура. – Алматы, 1995.
- [2] Артюков, Н.В. Донник. – М.: Колос, 1973. – 107 с.
- [3] Гейдебрехт, И.П. Донник в кормовых севооборотах. – Ставрополь, 1990. – 110 с.
- [4] Baidalin, M. E., Zhumagulov I. I., Sagalbekov E. U., Sagalbekov U. M. (2017). Ways of Increasing Seed Germination of Sweet Clover and Methods of Reducing the Amount of Coumarin in the Leaf-Stem Mass. *OnLine Journal of Biological Sciences*, 17(2), – С. 128-135.
- [5] Bekimova, G.B., Sagalbekov U.M., Yancheva C.G., Auzhanova M.A. (2021) Assessment of the Combining Ability of Sweet Clover Basic Material in Northern Kazakhstan *Online Journal of Biological Sciences*. Volume 21. Issue 1. USA. P.59-68.
- [6] Масалимов, Т.М. Донник. – Уфа, 1990. – 176 с.
- [7] Зырянова, И.П. Донник белый Сретенский – перспективный сорт для Читинской области // Труды Читинской сельскохозяйственной опытной станции, 1969. – Т.2. – 293-350 с.
- [8] Сагалбеков, У.М., Оналлов С.Ж., Сагалбеков Е.У. Способ определения и отбора зимостойких форм растений донника. // Инновационный патент на изобретение. – № 27 400, 24.09.2013 г., бюл. 10 от 15.10.2013 г.
- [9] Макарова, Г.И. Многолетние травы Сибири. – Омск, 1974. – С. 118-148.
- [10] Сагалбеков, У.М. Генофонд культуры донника (*Melilotus*) и его использование в селекции. – Кокшетау, 1996. – 390 с.
- [11] Мелешко, Н.А. Донник. – М., 1934. – 130 с.
- [12] Карашук, И.М., Ошаров И.И. Донник в Западной Сибири. – Новосибирск, 1981. – 96 с.
- [13] Суворов, В.В. Донник. – М., 1962. – 182 с.
- [14] Bula, R.J., Smith D. Yield // *Agron. Y.* 1954, VOL 46., p. 397-405.
- [15] Методические указания по селекции многолетних трав. – М.: ВИР, 1985. – 188 с.
- [16] Методика государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур / под ред. С.О. Скокбаева. – Алматы, 2002. – 378 с.
- [17] Вайнагий, И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // *Ботанический журнал*, 1974. –Т. 59. – № 6. – С. 826-831.
- [18] Методические основы и техника селекции многолетних трав в Северном Казахстане. – Кокшетау, 1999. – 160 с.
- [19] Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- [20] Туманов, И.И. Физиологические основы зимостойкости культурных растений. – М., 1940. – 365 с.
- [21] Оценка зимостойкости сортов полевых культур. Методические указания. – Горки, 1973. – 22 с.
- [22] Смурыгин, М.А. Баранникова Т.С. Способ оценки состояния зимующих растений клевера. – А.С. СССР. – № 1517846, 1987.
- [23] Максимов, Н.А. Избранные работы по засухоустойчивости и зимостойкости растений. – М., 1952. – Т 2. – 294 с.

References:

- [1] Sagalbekov, U.M. Donnik – universal'naja kul'tura. – Almaty, 1995. [in Russian]
- [2] Artjukov, N.V. Donnik. – M.: Kolos, 1973. – 107 s. [in Russian]
- [3] Gejdebreht, I.P. Donnik v kormovyh sevooborotah. – Stavropol', 1990. – 110 s. [in Russian]
- [4] Baidalin, M. E., Zhumagulov I. I., Sagalbekov E. U., & Sagalbekov U. M. (2017). Ways of Increasing Seed Germination of Sweet Clover and Methods of Reducing the Amount of Coumarin in the

Leaf-Stem Mass. OnLine Journal of Biological Sciences, 17(2), 128-135.

[5] **Bekimova, G.B.**, Sagalbekov U.M., Yancheva C.G., Auzhanova M.A. (2021) Assessment of the Sombining Ability of Sweet Clover Basic Material in Northern Kazakhstan Online Journal of Biological Sciences. Volume 21. Issue 1. USA. P.59-68.

[6] **Masalimov, T.M.** Donnik. – Ufa, 1990. – 176 s. [in Russian]

[7] **Zyrjanova, I.P.** Donnik belyj Sretenskij – perspektivnyj sort dlja Chitinskoj oblasti // Trudy Chitinskoj sel'skohozjajstvennoj opytnoj stancii, 1969. – T.2. – C.293-350. [in Russian]

[8] **Sagalbekov, U.M.**, Onalov S.Zh., Sagalbekov E.U. Sposob opredelenija i otbora zimostojkih form rastenij donnika. – Innovacionnyj patent na izobrenie. – № 27 400, 24.09.2013 g., bjul. 10 ot 15.10.2013 g. [in Russian]

[9] **Makarova, G.I.** Mnogoletnie travy Sibiri. – Omsk, 1974. – s. 118-148. [in Russian]

[10] **Sagalbekov, U.M.** Genofond kul'tury donnika (Melilótus) i ego ispol'zovanie v selekcii. – Kokshetau, 1996. – 390 s. [in Russian]

[11] **Meleshko, N.A.** Donnik. – M., 1934. – 130 s. [in Russian]

[12] **Karashhuk, I.M.**, Osharov I.I. Donnik v Zapadnoj Sibiri. – Novosibirsk, 1981. – 96 s. [in Russian]

[13] **Suvorov, V.V.** Donnik. – M., 1962. – 182 s. [in Russian]

[14] **Bula, R.J.**, Smith D. Yield // Agron. Y. 1954, VOL 46., r. 397-405. [in Russian]

[15] Metodicheskie ukazaniya po selekcii mnogoletnih trav. – M.: VIR, 1985. – 188 s. [in Russian]

[16] Metodika gosudarstvennogo sortoispytaniya sel'skohozjajstvennyh kul'tur / pod red. S.O. Skokbaeva. – Almaty, 2002. – 378 s. [in Russian]

[17] **Vajnjagij, I.V.** O metodike izuchenija semennoj produktivnosti rastenij // Botanicheskij zhurnal, 1974. T. 59. № 6. – S. 826-831. [in Russian]

[18] Metodicheskie osnovy i tehnika selekcii mnogoletnih trav v Severnom Kazahstane. – Kokshetau, 1999. – 160 s. [in Russian]

[19] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta: s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij. M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. [in Russian]

[20] **Tumanov, I.I.** Fiziologicheskie osnovy zimostojkosti kul'turnyh rastenij. – M., 1940. – 365 s. [in Russian]

[21] Ocenka zimostojkosti sortov polevyh kul'tur. Metodicheskie ukazaniya. Gorki, 1973. – 22 s. [in Russian]

[22] **Smurygin, M.A.** Barannikova T.S. Sposob ocenki sostojaniya zimujushih rastenij klevera. – A.S. SSSR. – № 1517846, 1987. [in Russian]

[23] **Maksimov, N.A.** Izbrannye raboty po zasuhoustojchivosti i zimostojkosti rastenij. – M., 1952. – T 2. – 294 s. [in Russian]

АҚМОЛА ОБЛЫСЫ ЖАҒДАЙЫНДА ТҮЙЕЖОҢЫШҚАНЫҢ ҚЫСҚА ТӨЗІМДІЛІГІ ЖОҒАРЫ ТҮРЛЕРІН ЗЕРТТЕУ, БАҒАЛАУ ЖӘНЕ ІРІКТЕУ

Сагалбеков У.М.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор, ҚР ҰАҒА академигі

Уалиева Г.Т.^{1*}, PhD

Калибаев Б.Б.¹, PhD

Калин А.К.¹, PhD

Смаилова Г.Т.², ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

Капбасова Г.А.³, жаратылыстану ғылымдарының магистрі

¹*«Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығы» ЖШС, Ақмола облысы, Зеренді ауданы, Шағалалы ауылы, Қазақстан*

²*Ш. Уәлиханов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан*

³*Абай Мырзахметов атындағы Көкшетау университеті, Көкшетау қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Мақалада түйежоңышқаның қысқа төзімді формаларын өсіруге бағытталған селекциялық бағалау және перспективалы бастапқы материалды іріктеу нәтижелері баяндалады. Зерттеу жұмыстары 2015-2024 жылдар аралығында Ақмола облысы, Шағалалы ауылындағы Көкшетау тәжірибелік-өндірістік шаруашылығының стационарлық тәжірибе алқаптарында

жүргізілді.

Зерттеу нәтижелері бойынша ВИР коллекциясынан 637 нөмірлі түйежоңышқаның барлық үлгілері, жергілікті популяциялар мен асыл тұқымды тұқымдар қыстау дәрежесіне байланысты 5 топқа бөлініп, қыстаудың 50-ден 100% - ға дейінгі осы белгінің өзгергіштік шектері анықталды. Батыс және Шығыс Сібір (Медет, Об алыбы, Сібір, Новосибирск, Сретенский 1, Керчинский 1, Саянский, Катэк, Омский скороспелый, Северный, Немюганский және т.б.); Солтүстік Қазақстан (Шедевр 75, Шавекен, Ақбас, Сарбас, Көкшетаулық, Солтүстік Қазақстандық 7 және т.б.); Солтүстік Еуропа (К-32334, К-32335) және Солтүстік Америка (Арктик, К-38852, К-38855) сияқты экологиялық жағдайларда қыстаудың қатал жағдайында қалыптасқан 89 түйежоңышқа үлгісі өте жоғары қысқы төзімділікке ие болды. Топтар мен популяциялардағы қыстың төзімділігінің белгісі әлсіз өзгереді. Өзгергіштік коэффициенті (V) 6,0-8,4% - дан аспайды, яғни селекциялық іріктеу өте тиімді болуы мүмкін. Осы гипотеза негізінде түйежоңышқа өсімдіктерінің қыста төзімді түрлерін таңдаудың селекциялық әдісі жасалды және сыналды, мұнда бағалау және іріктеу критерийлері ретінде егу жылындағы вегетативті өсу ұзақтығы, тамыр мойнының диаметрі және топырақтағы тамыр мойнының тереңдігі сияқты белгілер қабылданды.

Тірек сөздер: түйежоңышқа, бастапқы материал, үлгі, сұрып, қысқа төзімділік, іріктеу.

STUDY, EVALUATION AND SELECTION OF HIGHLY WINTER-HARDY FORMS OF SWEET CLOVER PLANTS IN THE CONDITIONS OF THE AKMOLA REGION

Sagalbekov U.M.¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

Ualiyeva G.T.^{1*}, PhD

Kalibaev B.B.¹, PhD

Kalin A.K.¹, PhD

Smailova G.T.², Candidate of Agricultural Sciences

Kapbassova G.A.³, Master of Natural Sciences

¹LLP «Kokshetau experimental production farm», Akmola region, Zerendinsky district, Shagalaly village, Kazakhstan

²NPLC «Kokshetau University named after Sh. Ualikhanov», Kokshetau, Kazakhstan

³Abay Myrzakhmetov Kokshetau University, Kokshetau, Kazakhstan

Annotation. The article presents the results of the selection assessment and selection of promising source material for breeding of highly winter-hardy forms of sweet clover plants. Experimental studies were conducted (2015-2024) at Kokshetau experimental production farm, Shagalaly, Akmola region.

According to the research results, all sweet clover samples in the amount of 637 numbers from the world collection of Vavilov All-Russian Institute of Plant Genetic Resources, local populations and breeding lines, depending on the degree of overwintering, are divided into 5 groups and the limits of variability of this trait from 50 to 100% overwintering are determined. 89 sweet clover samples had a very high winter hardiness, which were formed in harsh overwintering conditions in such environmental conditions as Western and Eastern Siberia (Medet, Obsskiy gigant, Sibirskiy, Novosibirskiy, Sretenskiy 1, Kerchinskiy 1, Sayanskiy, Katek, Omskiy skorospeliy, Severniy, Nemyuganskiy, etc.); Northern Kazakhstan (Shedevr 75, Shaveken, Akbas, Sarbas, Kokshetauskiy, Severokazakhstanskiy 7, etc.); Northern Europe (K-32334, K-32335) and North America (Arctic, K-38852, K-38855). The sign of winter hardiness varies slightly within groups and populations. The coefficient of variability (V) does not exceed 6.0-8.4%, that is, selection can be very effective. Based on this hypothesis, a breeding method for selecting hardy forms of sweet clover plants was developed and tested, where such criteria as the duration of vegetative growth per year of sowing, the diameter of the root crown and the depth of the root crown in the soil were used as evaluation and selection criteria.

Keywords: sweet clover, source material, sample, variety, winter hardiness, selection.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ И СОПРЯЖЕННОСТЬ ХОЗЯЙСТВЕННО-ЦЕННЫХ ПРИЗНАКОВ С УРОЖАЙНОСТЬЮ ЗЕРНА У ЯРОВОЙ МЯГКОЙ ПШЕНИЦЫ В ЦЕНТРАЛЬНОМ КАЗАХСТАНЕ

Серда Г.А.*, ведущий научный сотрудник, кандидат сельскохозяйственных наук
sereda.44@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0007-4690-766X>

Серда Т.Г., научный сотрудник, магистр
sereda_t@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0003-3358-6730>

Серда С.Г., научный сотрудник
sergey.sereda.00@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0593-5839>

Убыкина Т.Н., младший научный сотрудник
ubykina77@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0002-7028-7089>

*ТОО «Карагандинская сельскохозяйственная опытная станция им А.Ф. Христенко»,
Карагандинская область, Казахстан*

Аннотация. В статье представлены результаты селекции яровой мягкой пшеницы, определена изменчивость и сопряженность хозяйственно ценных признаков у сортов, созданных на Карагандинской сельскохозяйственной опытной станции Карагандинская 22 – среднеранний сорт, Карагандинская 30, Карагандинская 31, Карагандинская 60 и Карагандинская 70. Между урожайностью зерна и массой 1000 зерен по всем сортам наблюдается устойчивая средняя зависимость, однако, с более высоким значением у Карагандинская 22. Эти данные также дают возможность считать, что при создании раннеспелых сортов более перспективно на ряду с повышением озерненности колоса ($r = 0,74 \pm 0,24$), увеличение массы 1000 зерен ($r = 0,64 \pm 0,27$). Анализ данных показал, что густота стеблестоя, определяясь потенциальной способностью сорта к кущению, является также его наследственным свойством. Проводя отбор элит по признакам главного колоса (малый коэффициент вариации и высокая корреляционная связь с урожайностью) необходимо стремиться к оптимальному сочетанию признаков продуктивности. Повысить продуктивность главного колоса можно за счет озерненности колоса и крупности зерна. При равенстве отобранных элит по числу зерен предпочтение следует отдавать более крупнозерным формам с хорошим наливом.

Ключевые слова: пшеница, урожайность, структура урожая, коэффициент изменчивость, корреляция, признак, значение.

Введение. В структуре посевных площадей региона преобладает яровая мягкая пшеница, на долю которой приходится около 76,2% всех зерновых культур. При средней урожайности 9–11 ц/га данная культура формирует зерно с повышенным содержанием белка, что определяет её значение как основы для производства сильных пшениц — улучшителей качества зерна. Повышение урожайности и устойчивости зерновых культур требует комплексного подхода, включающего оптимизацию сортовой политики, агротехники и адаптацию к стрессовым факторам среды [1, 2].

Как отмечают исследователи, решающее значение в обеспечении стабильной урожайности принадлежит сорту, рассматриваемому как системе, способной реализовать генетический потенциал растения при изменяющихся внешних условиях [1]. Урожайность яровой мягкой пшеницы представляет собой комплексный количественный признак, зависящий от структуры урожая: числа растений и продуктивных стеблей на единице площади, числа и массы зерен в колосе [3, 4].

По данным [5], продуктивность пшеницы формируется под воздействием множества факторов среды — влаги, температуры, питательного режима, засоления, — вызывающих разнообразие физиологических и морфологических реакций. Эти реакции нередко взаимодействуют, изменяя структуру и динамику формирования урожая. Определение

степени стабильности хозяйственно-ценных признаков и характера их взаимосвязей имеет важное значение для повышения эффективности селекционного отбора и выявления закономерностей формирования урожая в зависимости от генотипа и условий среды.

Современные исследования с применением молекулярно-генетических и физиолого-биохимических методов подтверждают, что высокая адаптивность сортов и их стабильность по урожайности определяются взаимодействием комплекса морфологических, физиологических и биохимических признаков на уровне системы «генотип × среда» [6-10].

В 2024-2025 гг. наблюдается тенденция к усилению исследований по устойчивости к засухе, тепловому стрессу и солевому стрессу — важнейших абиотических факторов в аридных и полуаридных зонах, включая Казахстан. Большое внимание уделяется маркерным технологиям, GWAS-анализам, что позволяет быстрее и точнее выявлять кандидаты-гены и локусы, отвечающие за устойчивость и качество зерна. Наряду с генетикой, практический акцент делается на агротехнических приемах (удобрения, нормы посева, сроки сева), которые могут повысить урожайность и качество при неблагоприятных условиях. Региональные испытания показывают, что уже существуют перспективные линии, которые по урожайности и качеству зерна сравнимы или превышают стандарты, что подтверждает потенциальную новизну сортов и материалов [11-14].

Таким образом, анализ литературы показывает, что успешное повышение урожайности и качества яровой мягкой пшеницы в аридных регионах Казахстана возможно только на основе селекции адаптивных сортов, сочетающих высокую продуктивность, устойчивость к абиотическим стрессам и стабильность формирования урожая в условиях изменчивого климата.

Главной проблемой возделывания сортов зерновых культур в Центральном Казахстане является недостаточная засухоустойчивость и пластичность, а также поражаемость болезнями и вредителями, что отрицательно сказывается на урожайности и качестве зерна. В этой связи усилия селекционеров должны быть направлены на создание генотипа сортов не только с повышенной урожайностью, но в первую очередь, на способность накапливать в зерне белка на 1-2% больше, чем у лучших районированных сортов, адаптированных к новым влаг ресурсосберегающим технологиям возделывания.

На основе использования новых сортов будет достигнуто повышение урожайности на 2-2,5 ц. с одного гектара, что позволит ежегодно дополнительно собирать по Центральному Казахстану 140-175 тыс. тонн зерна, с дополнительной чистой прибылью 4200-5250 млн. тенге.

Целью наших исследований – определить степень изменчивости каждого признака продуктивности сорта, поскольку их формирование проходит в различных условиях, а также выявить корреляционное соотношение между признаками. Вся работа сводится к одному – за счет полученных закономерностей повысить в дальнейшем продуктивность и устойчивость новых сортов и расширить их пластичность.

Методика исследований. Для характеристики количественной изменчивости структурных элементов нами использовался коэффициент вариации (V). При его определении использовалась методика Б.А. Доспехова [15] согласно которой, если коэффициент не превышает 10%, изменчивость считается незначительной, средний если он выше 10%, но меньше 20%, и значительный более 20%. Установление межсортовых связей хозяйственно-ценных признаков проводили по этой же методике. В своих исследованиях коэффициент корреляции меньше 0,3 принимали как выражение слабой связи, от 0,3 до 0,7 – средней, а выше 0,7 – сильной (тесной) [16].

Исследования проводились в течении 2014-2023 гг. Объектом исследования сорта яровой мягкой пшеницы своей селекции Карагандинская 70(1992), Карагандинская 22 (2004), созданные в более ранний период и сорта Карагандинская 30, Карагандинская 31 и Карагандинская 60 созданные в более поздний период и допущенные к использованию в Центральном и Северном Казахстане в период , соответственно 2015, 2016, 2017 годах.

Экспериментальные посеы были размещены на полях научного отдела Карагандинской сельскохозяйственной опытной станции. Предшественник – пар. Учетная площадь делянок 25м² в четырех повторениях. Норма высева 2,5 млн всхожих семян на гектар. Структура урожая определялась по 25 растениям с корнями на двух не смежных повторности. Статистическая обработка данных по методике полевого опыта[2].

Погодные условия в годы исследований были различными по выпадению и температурному режиму. Из 10 представленных лет по погодным условиям достаточное увлажнение отмечается за 3 года: 2018 (ГТК-1,36), 2016 (ГТК-1,27), 2015 (1,08) ниже единицы что означает недостаточную увлажненность отмечается три года 2014 (ГТК-0,69), 2019 (ГТК-0,95), 2020 (ГТК-0,92), 2023 (ГТК-0,79). Недостаток или сухость климата в 2017 году (ГТК-0,52), 2021 (ГТК-0,53), 2022 (ГТК-0,57).

Результаты исследования: Результаты наших исследований показали, что характер изменчивости одних и тех же признаков у сорта яровой мягкой пшеницы оказался сходным и не выходил за рамки общих закономерностей (табл.1).

Таблица 1 – Варьирование урожайности зерна и элементов ее структуры у сортов яровой мягкой пшеницы (конкурсное испытание, 2023-2025 г.г.)

Признаки	Коэффициенты вариации по сортам			
	Карагандинская 22	Карагандинская 30	Карагандинская 31	Карагандинская 70
Урожайность зерна, т/га	45,8	45,1	46,8	41,7
Масса зерна с растения, г	36,3	44,8	45,0	43,4
Масса зерна с главного колоса, г	23,4	24,6	29,1	26,5
Число зерен в колосе, шт	19,0	21,8	29,1	28,0
Масса 1000 зерен, г	12,7	10,5	12,6	13,0
Длина колоса, см	10,0	14,3	19,7	15,3
Число колосков в колосе, шт	13,5	14,4	16,6	12,7
Продуктивная кустистость	27,9	35,3	30,8	32,3
Число продуктивных колосьев на 1м ² , шт	34,6	33,4	29,9	32,7
Число растений на 1м ² , шт	13,7	12,8	10,1	18,2
Выживаемость, %	14,4	9,0	6,8	6,2

Таким образом, коэффициенты вариации характеризуются относительно большим постоянством и пределы колебаний специфичны для отдельных признаков. Наиболее стабильными элементами структуры урожая представленных сортов являются масса 1000 зерен, выживаемость, длина и число колосков в колосе. Наиболее изменчивой величиной у сортов яровой мягкой пшеницы в опытах была урожайность, а среди ее элементов структуры – масса зерна в растения, продуктивная кустистость, число продуктивных колосьев на 1 м², масса зерна с главного колоса. Довольно сильная изменчивость присуща также признаку – число зерен с главного колоса ($V = 19.0-29.1\%$). Судя по результатам полученных исследований роль признаков в формировании урожая различна. Слабо варьирующие признаки обусловлены больше сортовыми особенностями, а сильно варьирующие в значительной степени зависят от внешних условий. Коэффициент вариации для сорта разной скороспелости находится в обратной зависимости от благоприятно складывающихся климатических условий. Так более скороспелые сорта Карагандинская 22 и Карагандинская 30 имели более низкие коэффициенты вариации элементов продуктивности главного колоса, чем среднепоздние сорта Карагандинская 31 и Карагандинская 70. У среднепоздних сортов, имеющих более растянутый период всходы – колошение, сильнее варьирует количество зерен в колосе, так как складывающиеся условия более продолжительное время воздействуют на этот признак. Наоборот, по массе 1000 зерен сортовые различия

незначительны. Это связано с тем, что масса 1000 зерен в большей мере определяется наследственными особенностями сорта.

Уровень изменчивости определяется генетическими факторами и в случае, когда складываются экстремальные условия, система, обеспечивающая стабильность варьирования признака и популяции, расстраивается и величина коэффициентов вариации признаков резко меняется (Васько В.Т., 1975). Поэтому более высокие урожаи обеспечиваются в основном сильно варьирующими признаками, на проявление которых значительное влияние оказывают экологические факторы. Однако, эти признаки труднее улучшить селекционным путем, нежели признаки, обладающие большей стабильностью по годам (Шмальц Х., 1975). В этой связи слабо варьирующие признаки – более надежные компоненты урожайности в селекционной работе.

А так как масса зерна с колоса ($V = 23,4-29,1\%$) варьирует значительно меньше, чем масса зерна с растения ($V = 36,3-45,0\%$), то эти данные могут служить теоретическим обоснованием для проведения отбора при создании новых сортов, по продуктивности главного колоса. Подтверждением этих выводов являются данные, полученные при анализе корреляционных связей урожайности с ее структурными элементами.

Таблица 2 – Корреляционная связь урожайности зерна с ее элементами у яровой мягкой пшеницы (конкурсное испытание, 2023-2025 г.г.)

Признаки корреляции с урожайностью	Коэффициент корреляции по сортам			
	Карагандинская 22	Карагандинская 30	Карагандинская 31	Карагандинская 70
Масса зерна с растения, г	0,94±0,11	0,92±0,12	0,88±0,14	0,91±0,12
Масса зерна с колоса, г	0,73±0,24	0,66±0,22	0,71±0,19	0,58±0,24
Число зерен в колосе, шт	0,74±0,24	0,72±0,20	0,65±0,22	0,69±0,21
Число колосков в колосе, шт	0,70±,25	0,54±,24	0,68±,21	0,69±,21
Масса 1000 зерен, г	0,64±0,27	0,43±0,26	0,49±0,25	0,42±0,26
Длина колоса, см	0,68±0,26	0,60±0,24	0,64±0,22	0,56±0,24
Продуктивная кустистость	0,52±0,30	0,69±0,21	0,20±0,28	0,60±0,23
Число продуктивных стеблей на 1м ² , шт	0,28±0,34	0,23±0,28	0,49±0,25	0,30±0,27
Количество растений на 1м ² , шт	-0,33±0,33	-0,33±0,26	-0,15±0,26	-0,73±0,20
Выживаемость, %	0,31±0,34	0,03±0,32	0,01±0,32	0,01±0,32
на 5% уровне значимы: $\chi > = 0,54$				

Как видно из данных таблицы 2, урожайность зерна находится в тесной корреляционной зависимости с массы зерна с растения. По остальным признакам обнаружены довольно четкие сортовые различия. У среднераннего сорта Карагандинская 22 сильная сопряженность урожайности зерна наблюдается также с массой зерна с главного колоса, озерненностью и количеством в нем колосков. Урожайность среднеспелого сорта Карагандинская 30 находится в тесной связи еще и с озерненностью колоса, а у среднепозднего Карагандинская 70 с вышеназванными признаками находится на уровне средней зависимости, приближаясь по озерненности к числу колосков в колосе к сильной. Между урожайностью зерна и массой 1000 зерен по всем сортам наблюдается устойчивая средняя зависимость, однако, с более высоким значением у Карагандинская 22. Эти данные также дают возможность считать, что при создании раннеспелых сортов более перспективно на ряду с повышением озерненности колоса ($\chi = 0,74 \pm 0,24$), увеличение массы 1000 зерен ($\chi = 0,64 \pm 0,27$).

В связи с тем, что озерненность и масса 1000 зерен являются главными структурными элементами массы зерна с колоса, поэтому для выбора направлений селекции важно определить значение каждого из этих признаков при формировании его продуктивности.

Значение этого вопроса для селекции зерновых обусловлено еще и тем, что осуществляют различные подходы к решению этой проблемы.

В наших исследованиях (табл. 3) продуктивность колоса в первую очередь зависела от количества зерен и в меньшей степени от массы 1000 зерен. Более четкие различия по величине коэффициента корреляции признака массу 1000 зерен указывают, что этот структурный элемент в значительной степени определяется особенностями сорта (Ведров, 1982).

Таблица 3 – Корреляционная связь между признаками главного колоса и его продуктивностью (конкурсное испытание, 2023-2025 г.г.)

Сорт	Коррелирующие признаки с массой зерна с колоса	
	Число зерен в колосе	Масса 1000 зерен
Карагандинская 22	0,89±0,16	0,60±0,22
Карагандинская 30	0,89±0,13	0,59±0,23
Карагандинская 31	0,86±0,15	0,33±0,27
Карагандинская 70	0,88±0,14	0,52±0,25
на 5% уровне значимы: $\chi > = 0,59$		

Между количеством зерен в колосе и массой 1000 зерен (табл. 4) корреляционная связь находится в пределах от средней положительной у сорта Карагандинская 30 по слабой отрицательной у сорта Кызыл-бас, что свидетельствует о возможности отбора одновременно по этим показателям, а также увеличением любого из них можно повысить урожайность зерна.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость между озерненностью колоса и крупностью зерна (конкурсное испытание 2023-2025 г.г.)

Сорт	Коэффициент корреляции, $\chi \pm \chi$
Карагандинская 22	+0,23±0,34
Карагандинская 30	+0,37±0,27
Карагандинская 31	-0,10±0,29
Карагандинская 70	+0,23±0,28
на 5% уровне значимы: $\chi > = 0,59$	

Одним из важных элементов, определяющих размер урожайности яровой пшеницы, является число продуктивных стеблей на единице площади. В условиях Центрального Казахстана этот показатель находится в средней положительной зависимости с урожайностью зерна. Формирование продуктивного стеблестоя в наших исследованиях в значительной степени зависело от количество осадков, выпавших за период всходы-колошение. За последние 10 лет максимальная урожайность стандартного сорта Карагандинская 30,4 т/га получена в 2018 г. при густоте 474 продуктивных стеблей на квадратном метре. За период всходы – колошение выпало 113,7мм осадков. В резко засушливом 2017 г. при густоте 201 стебель на единице площади получена урожайность всего 4,5 т/га. За период всходы колошение выпало 17,8 мм осадков.

Продуктивный стеблестой яровой пшеницы определяется нормой посева, устанавливаемой опытным путем для конкретной зоны, полевой всхожестью семян, сохранностью растений к уборке и продуктивной кустистостью.

В формировании полноценных побегов кушения в местных условиях важную роль играют сортовые особенности, а также и условия произрастания. Так, в наших исследованиях коэффициент корреляции между урожайностью и продуктивной кустистостью у сорта Карагандинская 31 равнялся $\chi = 0,20 \pm 0,28$, а у сорта Карагандинская

30 поднялся до уровня тесной зависимости ($r = 0,69 \pm 0,21$).

В неблагоприятные по увлажнению годы яровая пшеница в местных условиях почти не кустится (0,95-1,2), т.е. боковые побеги или вообще не образуются или доля их участия в формировании продуктивности не превышает 3,3%. Однако в более благоприятные годы доля участия боковых колосьев в формировании урожайности доходит по сортам до 50,3-61,4%.

Следовательно, в местных условиях кушение играет роль автоматического регулятора густоты стеблестоя. В засушливые годы боковые стебли, если и образуются, то быстро отмирают, а во влажные годы кушение компенсирует низкие нормы высева и дает прибавку в урожае.

Таким образом, повышенная потенциальная продуктивная кустистость у новых сортов сможет обеспечить более высокую и устойчивую урожайность в различные по климатическим условиям годы. Новые сорта в условиях раннелетней засухи должны формировать по одному с максимальной продуктивностью главного колоса. В благоприятные годы продуктивная кустистость должна формироваться в пределах двух стеблей, но с синхронным их развитием. При полевой оценке сортов, особенно на первых этапах селекционного процесса, особое внимание следует обращать на ярусность побегов. Линии с признаками многоярусности подлежат браковке. Эти критерии использовались нами при создании сорта Карагандинская 60 (табл. 5).

Данные таблицы 5 показывают, что Карагандинская 30 кустится сильнее нового сорта. Однако у Карагандинская 60 в меньшей степени наблюдается дифференциация между главными и боковыми побегами, а также выше у нее сохранность растений и уборке. Поэтому у нового сорта выше густота продуктивного стеблестоя перед уборкой.

Таблица 5 – Густота продуктивного стеблестоя у сорта Карагандинская 60 (конкурсное испытание)

Показатель	Карагандинская 30					Карагандинская 60					
	2018	2019	2020	2021	в ср	2018	2019	2020	2021	в ср.	откл. от стан
Кустистость, общая	2,6	2,5	1,8	1,9	2,2	1,9	2,3	2,1	1,5	1,9	-0,3
Кустистость, продуктивная	2,2	2,3	1,8	1,7	2,0	1,9	2,3	2,1	1,4	1,9	-0,1
Выживаемость, %	80	98	89	90	89	82	98	99	93	93	+0,4
Число продуктивных стеблей при уборке	474	523	362	264	407	471	526	435	297	432	+25,0

Выводы: Представленные данные показывают, что густота стеблестоя, формирующаяся в течение вегетационного периода, определяется не только агротехническими условиями, но и наследственным потенциалом сорта к кустистости. Этот параметр тесно связан с адаптивностью растений, устойчивостью к абиотическим стрессам и общей продуктивностью культуры. Поэтому при селекционной оценке густота стеблестоя рассматривается как важный критерий отбора высокоурожайных сортов. При отборе элитных растений особое внимание следует уделять признакам главного колоса, характеризующимся низким коэффициентом вариации и высокой корреляцией с урожайностью. Оптимальное сочетание элементов структуры урожая – числа зерен в колосе и массы 1000 зерен позволяет повысить продуктивность сорта. Повышение продуктивности главного колоса достигается как за счет увеличения озерненности, так и за счет формирования более крупного и полного зерна. При одинаковых показателях по количеству

зерен упор нужно делать на выполненные крупнозерные генотипы, являющийся ключевым параметром высококачественного урожая.

Финансирование. Данная статья выполнена в рамках Программно-целевого финансирования Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан по бюджетной программе 267 BR24892821 "Селекция и первичное семеноводство зерновых культур для повышения потенциала продуктивности, качества и стрессоустойчивости в различных почвенно-климатических зонах Казахстана" 2024-2026 гг.

Литература:

- [1] **Гончаров, Н.П.**, Гончаров П.Л. Селекция и семеноводство зерновых культур. – М.: Колос, 2005.
- [2] **Кузьмин, В.П.** Морфофизиологические основы продуктивности пшеницы. – М.: Агропромиздат, 1970.
- [3] **Кузьмин, В.П.** Селекция яровой пшеницы на засухоустойчивость // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М.: Колос, 1970. – С. 6-17.
- [4] **Ремесло, В.Н.** Зерновое растение и урожай. – Киев: Урожай, 1976.
- [5] **Дорофеев, В.Ф.** и др. Пшеница: биология, морфология, классификация, использование. – Наука, 1976.
- [6] **Zhang, X.**, et al. Genotype–environment interactions and yield stability of spring wheat under arid conditions. *Field Crops Research*, 2021. – 267, 108165.
- [7] Shiferaw, B., et al. Genetic improvement and adaptation of wheat to climate change. *Agronomy*, 2023. – 13(2), 312.
- [8] **Сурин, Н.А.** Адаптивный потенциал сортов зерновых культур сибирской селекции и пути его совершенствования (пшеница, ячмень, овес) Красноярск, научно-исслед. ин-т сел. х-во. – Новосибирск, 2011. – 708 с
- [9] **Кузьмин, В.П.** Селекция яровой пшеницы на засухоустойчивость // Повышение засухоустойчивости зерновых культур. – М.; Колос, 1970. – С. 6-17.
- [10] **Ремесло, В.Н.** Мироновские пшеницы. – М.: Колос, 1976. – 336 с.
- [11] **Васько, В.Т.** Теоретические предпосылки отбора продуктивных гибридов и семей озимой ржи// Физиолого-генетические основы повышения продуктивности зерновых культур. – М.: Колос, 1975. – С. 275-281
- [12] **Savin, T.**, Turuspekov Y., Amalova A., Anuarbek S., Babkenov A., Chudinov V., Morgounov A. (2025). Spring Wheat Breeding in Northern Kazakhstan: Drivers of Diversity and Performance. *Crops*, 5(5), 63. <https://doi.org/10.3390/crops5050063>
- [13] **Amantaev, B.O.**, Kipshakbayeva G. A., Meysam Z., Kulzhabayev E. M., Kashkarov A. A., Lushchak P.V., Karimova A. M. (2025). Complex agrotechnological measures to increase the yield and drought resistance of spring soft wheat varieties. *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University: Multidisciplinary*, 2(125), Article 1844. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2\(125\).1844](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2(125).1844) bulletinofscience.kazatu.edu.kz
- [14] **Amantaev, B.O.** S., Kipshakbayeva G. A., Kulzhabayev E. M., Lushchak P. V. (2023). The influence of agrotechnical factors on the yield of spring soft wheat varieties in the conditions of Central Kazakhstan. *Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University*, 4(119), Article 1582. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4\(119\).1582](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4(119).1582) bulletinofscience.kazatu.edu.kz
- [15] “Exploring genomic loci and candidate genes associated with drought tolerance indices in spring wheat evaluated under two levels of drought” (2025). *BMC Plant Biology*, 25, 408. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06413-0>
- [16] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта/Б.А. Доспехов. – М.: Колос, 1985. – 351 с.
- [17] **Ведров, И.Г.** Корреляция признаков в селекции яровой пшеницы/Селекция и семеноводство, 1982. – №3. – С.10-11.

References:

- [1] **Goncharov, N.P.**, Goncharov P.L. Selekcija i semenovodstvo zernovyh kul'tur. – М.: Kolos, 2005. [in Russian]

- [2] **Kuz'min, V.P.** Morfofiziologicheskie osnovy produktivnosti pshenicy. –M.: Agropromizdat, 1970. [in Russian]
- [3] **Kuz'min, V.P.** Selekcija jarovoj pshenicy na zasuhoustojchivost' // Povyshenie zasuhoustojchivosti zernovyh kul'tur. – M.: Kolos, 1970. – S. 6-17. [in Russian]
- [4] **Remeslo, V.N.** Zernovoe rastenie i urozhaj. Kiev: Urozhaj, 1976.
- [5] **Dorofeev, V.F.** i dr. Pshenica: biologija, morfologija, klassifikacija, ispol'zovanie: Nauka, 1976. [in Russian]
- [6] **Zhang, X.**, et al. Genotype–environment interactions and yield stability of spring wheat under arid conditions. *Field Crops Research*, 2021. – 267, 108165.
- [7] **Shiferaw, B.**, et al. Genetic improvement and adaptation of wheat to climate change. *Agronomy*, 2023. – 13(2), 312.
- [8] **Surin, N.A.** Adaptivnyj potencial sortov zernovyh kul'tur sibirskoj selekcii i puti ego sovershenstvovaniya (pshenica, jachmen', oves) Krasnojarsk, nauchno-issled. in-t sel. h-vo. – Novosibirsk, 2011. – 708s. [in Russian]
- [9] **Kuz'min, V.P.** Selekcija jarovoj pshenicy na zasuhoustojchivost' // Povyshenie zasuhoustojchivosti zernovyh kul'tur. –M.; Kolos, 1970. – S. 6-17. [in Russian]
- [10] **Remeslo, V.N.** Mironovskie pshenicy. – M.: Kolos, 1976. – 336 s. [in Russian]
- [11] **Vas'ko, V.T.** Teoreticheskie predposylki otbora produktivnyh gibridov i semej ozimoj rzhii// Fiziologo-geneticheskie osnovy povysheniya produktivnosti zernovyh kul'tur. – M.: Kolos, 1975. – S. 275-281. [in Russian]
- [12] **Savin, T.**, Turuspekov Y., Amalova A., Anuarbek S., Babkenov A., Chudinov V., Morgounov A. (2025). Spring Wheat Breeding in Northern Kazakhstan: Drivers of Diversity and Performance. *Crops*, 5(5), 63. <https://doi.org/10.3390/crops5050063>
- [13] **Amantaev, B.O.**, Kipshakbayeva G. A., Meysam Z., Kulzhabayev E. M., Kashkarov A. A., Lushchak P.V., Karimova A. M. (2025). Complex agrotechnological measures to increase the yield and drought resistance of spring soft wheat varieties. *Herald of Science of S. Seifullin Kazakh Agrotechnical University: Multidisciplinary*, 2(125), Article 1844. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2\(125\).1844](https://doi.org/10.51452/kazatu.2025.2(125).1844) bulletinofscience.kazatu.edu.kz
- [14] **Amantaev, B.O.** S., Kipshakbayeva G. A., Kulzhabayev E. M., Lushchak P. V. (2023). The influence of agrotechnical factors on the yield of spring soft wheat varieties in the conditions of Central Kazakhstan. *Bulletin of Science of S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University*, 4(119), Article 1582. [https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4\(119\).1582](https://doi.org/10.51452/kazatu.2023.4(119).1582) bulletinofscience.kazatu.edu.kz
- [15] “Exploring genomic loci and candidate genes associated with drought tolerance indices in spring wheat evaluated under two levels of drought” (2025). *BMC Plant Biology*, 25, 408. <https://doi.org/10.1186/s12870-025-06413-0>
- [16] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta/B.A. Dospehov. – M.: Kolos, 1985. – 351 s. [in Russian]
- [17] **Vedrov, I.G.** Korreljacija priznakov v selekcii jarovoj pshenicy/Selekcija i semenovodstvo, 1982. – №3. – S.10-11. [in Russian]

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАНДАҒЫ ЖАЗДЫҚ ЖҰМСАҚ БИДАЙДАҒЫ АСТЫҚ ӨНІМДІЛІГІМЕН ШАРУАШЫЛЫҚ ҚҰНДЫ БЕЛГІЛЕРІНІҢ ӨЗГЕРГІШТІГІ ЖӘНЕ ӨЗАРА БАЙЛАНЫСЫ

Серда Г. А.*, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, жетекші ғылыми қызметкер

Серда Т.Г., магистр, ғылыми қызметкер

Серда С.Г., ғылыми қызметкер

Убкина Т.Н., кіші ғылыми қызметкер

"А.Ф. Христенко атындағы Қарағанды ауылшаруашылық тәжірибе станциясы" ЖШС, Қарағанды облысы, Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада жұмсақ жаздық бидайдың селекция нәтижелері беріліп, Қарағанды ауыл шаруашылығы тәжірибе станциясында шығарылған сорттардың шаруашылыққа құнды белгілерінің өзгергіштігі мен өзара байланысы анықталған. Қарағанды 22, Қарағанды 30, Қарағанды 31, Қарағанды 60 және Қарағанды 70. Барлық сорттар бойынша дән өнімділігі мен 1000 дән массасы арасында тұрақты орташа тәуелділік байқалады, алайда бұл көрсеткіш Қарағанды 22 сортында жоғарырақ. Бұл деректер сондай-ақ ерте пісетін сорттар шығаруда масақтың деңгейін ($h = 0,74 \pm 0,24$) арттырумен қатар, 1000 дән массасын ($h = 0,64 \pm 0,27$) ұлғайту перспективалы екенін көрсетеді. Мәліметтерді талдау көрсеткендей, сабақтың қалыңдығы, сорттың бұтақтану қабілетіне байланысты айқындалатын, сонымен бірге оның тұқым қуалайтын қасиеті екенін көрсетті. Негізгі масақ белгілері бойынша (өзгергіштік коэффициентінің төмен болуы және өнімділікпен жоғары корреляциялық байланыс) элиталарды іріктеу кезінде өнімділік белгілерінің оңтайлы үйлесіміне ұмтылу қажет. Негізгі масақтың өнімділігін масақтың деңгейін және дәннің ірілігін арттыру арқылы көбейтуге болады. Дәндер саны бірдей элиталар ішінде жақсы толысқан, ірі дәнді формаларға басымдық беру керек.

Тірек сөздер: бидай, өнімділік, дақыл құрылымы, өзгергіштік коэффициенті, корреляция, белгі, мағына.

VARIABILITY AND CORRELATION OF ECONOMICALLY VALUABLE TRAITS WITH GRAIN YIELD IN SPRING SOFT WHEAT IN CENTRAL KAZAKHSTAN

Sereda G.A.*, leading Researcher, Candidate of Agricultural Sciences

Sereda T.G., is a researcher, master's degree

Sereda S.G., Research Associate

Ubykina T.N., is a junior researcher

LLP «A.F. Khristenko Karaganda Agricultural Experimental Station», Karaganda region, Kazakhstan

Annotation. The article presents the results of spring soft wheat breeding, determines the variability and association of economically valuable traits in varieties developed at the Karaganda Agricultural Experimental Station: Karaganda 22, Karaganda 30, Karaganda 31, Karaganda 60 and Karaganda 70. A stable average relationship is observed between grain yield and thousand-grain weight for all varieties, however, with a higher value for Karaganda 22. These data also suggest that when creating early-ripening varieties, an increase in 1000-grain weight ($h = 0.64 \pm 0.27$) along with an increase in the grain content of the ear is more promising. Data analysis revealed that stem density, determined by a variety's potential for tillering, is also a hereditary trait. When selecting elite varieties based on main spike traits (low coefficient of variation and high correlation with yield), it is necessary to strive for an optimal combination of productivity traits. Main spike productivity can be increased by increasing the number of grains in the spike and grain size. If the selected elite varieties are equal in grain number, preference should be given to larger-grained varieties with good filling.

Keywords: wheat, yield, crop structure, coefficient of variability, correlation, trait, value.

ЖАЗДЫҚ АРПАНЫҢ ЖАҢА СОРТЫ БАТЫРХАН

Тохетова Л.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор
lauramarat_777@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2053-6956>

Абугалиева С.И.², биология ғылымдарының докторы, профессор
absaule@yahoo.com <https://orcid.org/0000-0002-9748-507X>

Баимбетова Г.З.¹, докторант
baimbetova.g@bk.ru <https://orcid.org/0000-0002-3598-3479>

Гениевская Ю.А.², PhD, ғылыми қызметкер
julia.genievskaya@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5987-2952>

Дүйсен А.Д.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі,
d_almat_88@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0009-6936-2978>

¹«Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ғылыми зерттеу институты» ЖШС
Қызылорда қ., Қазақстан

²«Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» ШЖҚ РМК, Алматы қ.,
Қазақстан

Аңдатпа. 2025 жылы Қазақстан Республикасының мемлекеттік сортсынағына жаңа жаздық арпаның Батырхан атты сорты тапсырылып, оған оң шаруашылық бағалау жөнінде хабарлама алынды, сонымен қатар селекциялық жетістікке патент алу үшін өтінім берілді. Сорт «Ы. Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС мен «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» ШЖҚ РМК бірлескен селекциялық жұмысының нәтижесінде шығарылған. Батырхан сорты 58/83-77×2/07-4К будан комбинациясынан алынған, «түптену–түтіктену» кезеңі ұзартылғандығымен, жоғары дән толымдылығымен және 1000 дәннің массасымен ерекшеленеді, бұл көрсеткіштері сорттың жоғары және тұрақты өнімділігін қамтамасыз етеді. Сорт тозаңды және қатты қарақүйеге төзімді, фузариозды тамыр шірімесімен аз зақымдалады, сортаңдану, қуаңшылық және жығылып қалу жағдайларына бейімді. Қысқа вегетациялық кезең және бастапқы өсу қарқынының жоғары болуы күріштен кейінгі топырақтың табиғи ылғалын тиімді пайдалануға және Арал өңірінің күріш ауыспалы егістігіндегі далалық жұмыстарының жүктемесін оңтайландыруға мүмкіндік береді. Экономикалық есептеулер стандартпен салыстырғанда шартты-таза табыстың 35 000 теңге/га артатынын, ал суарудың қажет етілмеуі 6000 м³/га дейін су үнемдеуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Батырхан сорты жоғары өнімділігімен, экологиялық тұрақтылығымен және экономикалық тиімділігімен ерекшеленеді. Сондықтан ол Қазақстандық Арал өңірінің құрғақ және сортаңданған жағдайларда өндіріске енгізуге перспективалы болып саналады.

Тірек сөздер: бастапқы материал, сортүлгілер, сорт, конкурстық сортсынау, вегетациялық кезең, өнімділік.

Кіріспе. Әлемдік егіншілікте арпа егіс алқаптары бидай, күріш және жүгеріден кейін төртінші орында тұр, олардың көлемі шамамен 52,1 млн гектарды құрайды. Бұл дақыл шаруашылық тұрғыдан құнды қасиеттердің кең ауқымымен ерекшеленеді. Қоректік құндылығы бойынша арпа дәнінің 1 килограммы 1,27 азықтық бірлікке тең, бұл сұлы мен қарабидай дәндеріндегідей көрсеткіштерден жоғары [1, 2].

Сонымен қатар, арпа сабанының 1 килограммы 0,35 азықтық бірлікке тең, бұл оның мал азығын өндіруде қосымша қоректік заттар көзі ретінде маңыздылығын көрсетеді. Қазіргі ауыл шаруашылығында дән мен жасыл масса алу үшін қолданылатын жоғары өнімді дақылдардың (жүгері, бидай, сұлы, тары және т.б.) кең спектрі бар болса да, арпа мал шаруашылығы дамыған елдерде маңызды рөл атқарады. Оның әмбебаптығы тек мал азығы ретінде ғана емес, сонымен қатар азық-түлік және техникалық мақсаттарда маңызды шикізат ретінде қолданылуында көрініс табады, оның ішінде солод өндіру және сыра қайнату салалары бар.

Дамыған елдерде арпа көбінесе азық-түлік дақылы ретінде пайдаланылады. Мысалы, Эфиопияның солтүстік-шығыс тау аймақтарында ол негізгі тағамдық өнім болып саналады. Жергілікті өндірушілер оны «gebs ye ehil Nigus» деп атайды, бұл аудармада «арпа – дақылдардың патшасы» деген мағынаны білдіреді және оның дәстүрлі рациондағы ерекше орнын айқындайды [3–5]. Жаһандық климаттың өзгеруі мен су ресурстарының тапшылығы жағдайында Қазақстанның аграрлық секторының тұрақты дамуына өту – мемлекет үшін стратегиялық басымдық болып табылады. Елдің егістік алқаптарының едәуір бөлігі құрғақ және жартылай құрғақ аймақтарда орналасқан, онда қуаңшылық пен топырақтың тұздануы өнімділікті елеулі түрде төмендетеді. Болжамды сумен қамтамасыз етілу деңгейінің төмендеуі егін шаруашылығы құрылымын қайта қарауды, ресурсүнемдегіш технологияларды енгізуді және стресстік жағдайларға төзімді бейімделген ауыл шаруашылық дақылдардың жаңа сорттарын шығаруды талап етеді. Су тапшылығы мәселесі әсіресе Қызылорда облысында айқын байқалады, онда дақылдардың өнімділігі Сырдарияның ағысынан тәуелді. 2025 жылы өңірде 2 млрд м³-тан астам су жетіспеушілігі тіркеліп, аймақтың күріш алқаптарының қысқару қаупін тудырды.

Әлемдік тәжірибе көрсеткендей, селекция ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігін 40%-ға дейін арттыруға мүмкіндік береді. Сондықтан отандық селекциялық ғылымды дамыту егін шаруашылығын климаттың өзгеруіне бейімдеудің негізгі құралы ретінде қарастырылады. Үкімет елдің импортқа тәуелділігін азайтуға және азық-түлік қауіпсіздігін нығайтуға бағытталған құрғақшылыққа және тұзға төзімді сорттар шығару бағдарламасын іске қосты. [6-10].

Қазақстандағы мал шаруашылығы тікелей берік азықтық қорға байланысты, оның ішінде маңызды орын арпаға тиесілі – жоғары өнімді, қоректік және бейімделгіш дақыл, ол маңыздылығы бойынша бидайдан кейін екінші орында тұрады. Жаздық арпаның жаңа өнімді сорттарын шығару ауыл шаруашылығының тиімділігін арттыру және елдің азық-түлік қауіпсіздігін нығайту тұрғысынан стратегиялық маңызды.

Ғаламдық жылыну Қызылорда облысының климатына айтарлықтай әсер етеді, құрғақшылық кезеңдерінің жиілігінің артуы мен су тапшылығының күшеюімен қатар жүреді. Сонымен қатар, гумусты қабаттың кедейленуі және топырақтың тұздануы байқалады, бұл дәстүрлі түрде егілетін дақылдардың, әсіресе күріштің өнімділігін төмендетеді және олардың егісін қысқартуды, сонымен бірге құрғақшылыққа төзімді әрі суды аз талап ететін дақылдарға көшу қажеттілігін туғызады [11-14]. Қазақстан Республикасының азық-түлік қауіпсіздігін қамтамасыз ету мақсатында Үкіметтің алдына бірден-бір маңызды міндет қойылды – импортқа тәуелділікті азайту үшін отандық құрғақшылыққа төзімді сорттардың селекциясы бағдарламасын әзірлеу.

Жобаның негізгі мақсаты – құрғақшылық пен тұздану жағдайында жоғары өнімділікті және дәннің сапалық көрсеткіштерін сақтай алатын бәсекеге қабілетті сортты шығару, бұл ауыл шаруашылығы өндірісінің тиімділігін арттыруға және өңірдің азық-түлік қауіпсіздігін нығайтуға мүмкіндік береді.

Зерттеу материалдары мен әдістері. Селекциялық процестің ретті сатыларында сынақ питомниктерін қалыптастыруы «Арпа» кешенді бағдарламасы» әдістемесі бойынша жүргізілді. [15]. Фенологиялық бақылаулар мен биометриялық талдау БРӨИ (ВИР) әдістемесі бойынша жүргізілді. [16]. Өнімділік деректерін статистикалық өңдеу Б. А. Доспехов әдістемесі бойынша жүргізілді [17]. Гидротермиялық коэффициентті (ГТК) белгілі бір кезеңдегі жауын-шашын мөлшерінің сол кезеңдегі 10°C-тен жоғары белсенді температуралардың қосындысына бөлініп, 10-ға көбейтілуі ретінде есептелді. Селянинов формуласы (ГТК):

$$\text{ГТК} = (\sum R \times 10) / \sum t \quad (1)$$

мұндағы, $\sum R$ – өсіп-жетілу кезеңіндегі жауын-шашын мөлшері (мм), $\sum t$ – сол кезеңдегі орташа тәуелділік ауа температурасының жиынтығы ($t > 10^\circ\text{C}$).

Ылғалдылық оптималды деп есептеледі, егер ГТК = 1-1,5; артық – ГТК 1,6-дан жоғары; жеткіліксіз – ГТК 1-тен аз; әлсіз – ГТК 0,5-тен аз. Немесе ГТК бойынша ылғалдылық зоналарының классификациясы: ылғалды – 1,6-1,3; аз құрғақ – 1,3-1,0; құрғақ – 1,0-0,7; өте құрғақ – 0,7-0,4; қуаң – < 0,4.

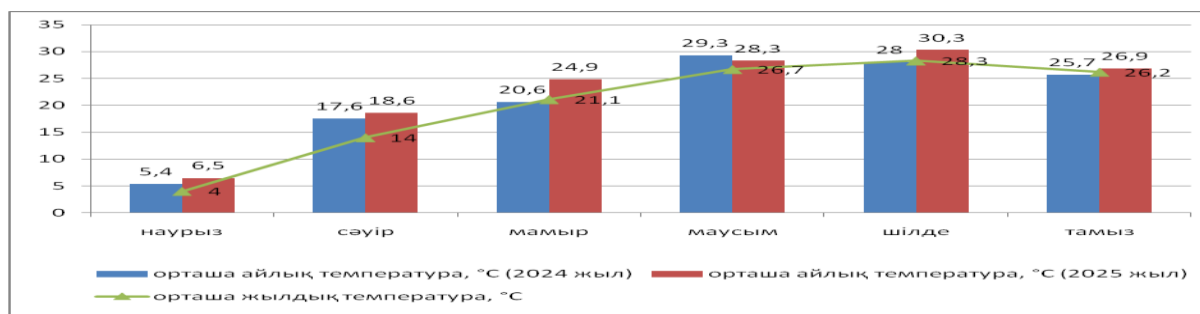
Эксперимент жүргізу шарттары. Қызылорда облысы республиканың оңтүстігінде, Сырдарияның төменгі ағысында орналасқан, жазық рельефпен сипатталып, Тұран ойпаттарының елеулі бөлігін алады. Батысында құрамына Арал теңізінің солтүстік және шығыс бөліктері кіреді, оңтүстігінде – Қызылқұм шөлінің солтүстік бөлігі, солтүстігінде – Арал өңірінің Қарақұмы, Арысқұмы және Орталық Қазақстан шөлді платоларының шеттері орналасқан. Қызылорда облысының климаты күрт континенталды, жазы ыстық және құрғақ, ал қысы суық, қар жамылғысы тұрақсыз. Орташа жылдық ауа температурасы 9,8°C құрайды. Климаты өте құрғақ, орташа жылдық жауын-шашын мөлшері 129 мм құрайды. Кейбір құрғақ жылдары жауын-шашын мөлшері тек 40-70 мм шамасында болуы мүмкін. Тәжірибе алаңның топырағы – шалғынды-батпақты, облыстың күріш ауыспалы егістіктеріне тән типтік топырақ. Гумус мөлшері – 1,73%, тығыз қалдық көрсеткіші – 1,15%. Тұздану түрі – сульфатты, қатты тұзданған. Механикалық құрамы – орташа саздақ (1-кесте).

1-кесте – Тәжірибелік учаске топырағының сипаттамасы (Ы. Жақаев атындағы ҚазКШҒЗИ-ның ғылыми-өндірістік учаскесінің №4 картасы, №3 атыз)

Гори зонт, см	рН	Тығыз қалдық %	Аниондар, % / 100 г топырақтағы мг-экв			Катиондар, % / 100 г топырақтағы мг-экв			Тұздар қосындысы %	Тұздану түрі
			HCO ₃	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na		
0-20	8,1 әлсіз сілтілі	1,12	0,021	0,053	0,857	0,19	0,032	0,023	0,758	сульфатты қатты тұзданған
			0,247	0,120	14,11	8,4	1,14	0,741		
20-40	8,3 әлсіз сілтілі	1,15	0,025	0,052	0,837	0,21	0,026	0,026	0,795	сульфатты қатты тұзданған
			0,258	1,814	15,58	8,55	1,93	0,724		

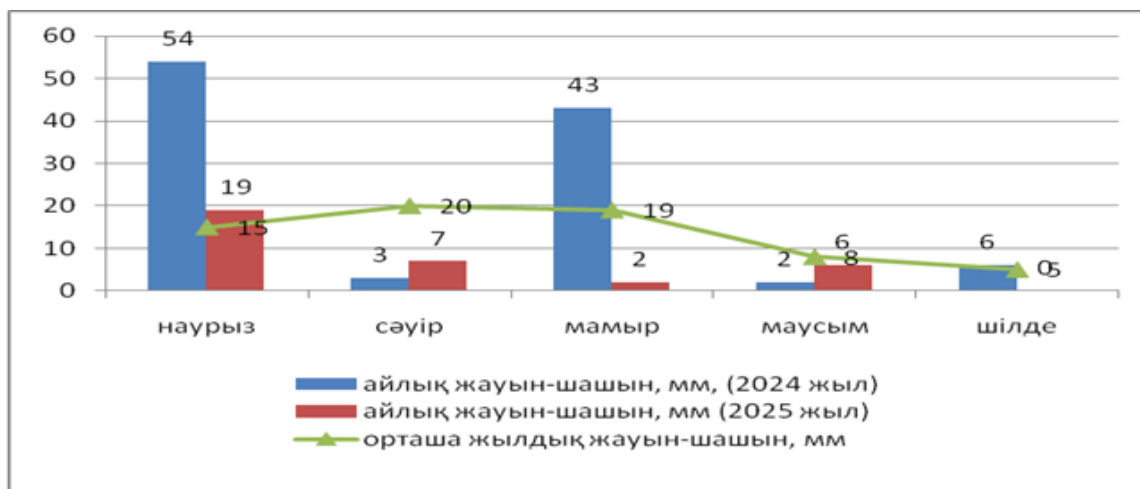
2024-2025 ауыл шаруашылығы жылындағы метеорологиялық жағдайлар орташа көпжылдық көрсеткіштермен салыстырғанда температураның жоғары болуы және жауын-шашынның жетіспеушілігімен сипатталды (2-кесте). Орташа жылдық ауа температурасы 13,3 °C құрады, бұл қалыптан 2,0 °C жоғары, ал жылдық жауын-шашын мөлшері 119,7 мм немесе орташа көпжылдық деңгейдің 79,3% болды.

2023-2024 және 2024-2025 ауыл шаруашылығы жылдарының метеорологиялық жағдайларын салыстырмалы талдау температура режимі мен ылғалдық қамтамасыз ету деңгейі бойынша елеулі айырмашылықтарды көрсетті. Екі вегетациялық кезең де орташа көпжылдық көрсеткіштерге қарағанда тәуліктік орташа температураның артуымен сипатталды, алайда 2024–2025 жылдары ауытқу алдыңғы жылға қарағанда айқын көрінді (1-сурет).



1-сурет – 2024 және 2025 жылдары Қызылорда облысы жағдайындағы орташа айлық температуралардың салыстырмалы сипаттамасы

Жауын-шашын мөлшері бойынша айтарлықтай айырмашылықтар анықталды: егер 2023–2024 жылдары орташа көпжылдық нормадан артық жеткілікті ылғалдылық байқалса, 2024–2025 жылдары ылғал тапшылығы тіркеліп, бұл ауыл шаруашылығы дақылдарының ылғалмен қамтамасыз етілуіне теріс әсер етті.



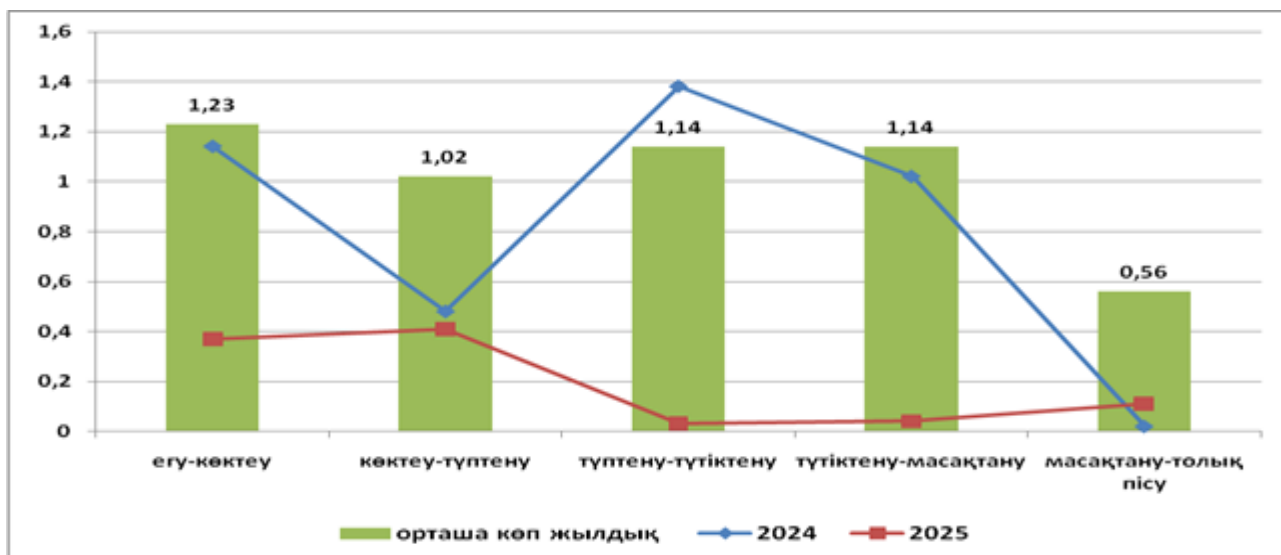
2-сурет – 2024 және 2025 жылдары Қызылорда облысы жағдайында арпаның вегетациялық кезеңіндегі жауын-шашын мөлшері бойынша салыстырмалы сипаттамасы

Өнімділіктің қалыптасуы үшін ең маңызды мәнге мамыр айының жағдайлары болды, бұл кезең арпаның түптену және түтіктену кезеңіне сәйкес келеді. 2024-2024 жылдары мамыр айы орташа көпжылдық деңгейге жақын температура режимімен қатар ылғалдылығының жоғары болуымен ерекшеленді, бұл өнімді сабақтардың түзілуіне және генеративтік органдардың қалыптасуына оң әсерін тигізді. Сонымен қатар, 2024-2025 жылдары мамыр айы аномалды ыстық және құрғақ болып, ылғалдылық стрестің дамуына себеп болды – түптену кезеңін шектеп, өсімдіктердің өнімділігінің қалыптасуына теріс әсер етті.

Диаграммалар (1,2-суреттер) 2024 жылы температура режимі мен ылғалдылықтың анағұрлым қолайлы үйлесімі болғанын, ал 2025 жыл жоғары температуралар мен жауын-шашын тапшылығымен, әсіресе мамыр айындағы арпа үшін шешуші «түптену–түтіктену» кезеңінде байқалғанын айқын көрсетеді.

Арпаның даму фазалары бойынша гидротермиялық жағдайларды талдау 2024 және 2025 жылдар арасында елеулі айырмашылықтарды көрсетті. Мысалы, 2024 жылы гидротермиялық коэффициент ең жоғары мәнге «түптену–түтіктену» кезеңінде (1,38) жетті, бұл орташа көпжылдық көрсеткіштен (1,14) жоғары болды. Бұл кезеңдер мамырға сәйкес келді, яғни мол ылғалдылық пен қалыпты температурамен сипатталды. Мұндай жағдайлар қарқынды түптену мен өнімді сабақтардың түзілуі үшін оңтайлы болып, өнімділік әлеуетінің қалыптасуына жағдай жасалды. Себу-өніп шығу кезеңдерінде (1,14) және түтіктену-масақтану кезеңдерінде (1,02) гидротермиялық коэффициент мәндері орташа көпжылдыққа жақын болып, өсімдіктердің тұрақты дамуын қамтамасыз етті. Алайда өніп шығу-түптену кезеңдерінде (0,48), әсіресе масақтан-толық пісу кезеңдерінде (0,02) ылғал тапшылығы байқалып, осы кезеңдердің өтуін жеделдетті (3-сурет).

2025 жылы гидротермиялық жағдайлар барлық даму кезеңдерінде өте қолайсыз болды. Ең шекті деңгей мамырда байқалып, «түптену-түтіктену» кезеңіне сәйкес келеді, мұнда орташа көпжылдық көрсеткіш 1,14 болғанына қарамастан коэффициент тек 0,03 құрады. Жоғары температурамен қатар бұл көрсеткіш ылғал тапшылығының күрт өсуіне, түптену процестерінің шектелуіне және генеративтік органдардың түзілуінің төмендеуіне әкелді.



3-сурет – Арпаның даму кезендері бойынша гидротермиялық жағдайлар, 2024-2025 жж.

(Ескерту: ГТК мәндеріне қарай ылғалдылық келесідей зоналарға бөлінеді: ылғалды (ГТК > 1,6), аз құрғақ (1,3–1,0), құрғақ (1,0–0,7), өте құрғақ (0,7–0,4) және қуаң (ГТК < 0,4), [\[https://ru.wikipedia.org/wiki\]](https://ru.wikipedia.org/wiki).

Түтіктену-масақтану кезеңі (0,04) және себу-өніп шығу кезеңі (0,37) де ылғал тапшылығымен сипатталып, бұл өсімдіктердің бейімделу әлеуетін қосымша төмендетті. Аздап жақсару тек масақтану-толық пісу кезеңінде (0,11) байқалды, алайда бұл көрсеткіш қалыптан (0,56) айтарлықтай төмен болды. Осылайша, 2024 жыл өнімділіктің қалыптасуы үшін мамыр айының оңтайлы жағдайлары арқасында орташа қолайлы деп бағаланса, 2025 жыл ең маңызды «түптену-түтіктену» кезеңінде ылғал тапшылығымен ерекшеленіп, арпаның өнімділігінің төмендеуінің негізгі факторы болды.

Зерттеу жүргізілген орын – «Ы. Жақаев атындағы ҚазКШҒЗИ» ЖШС ғылыми-өндірістік учаскесі. Осы аймаққа арналған жалпы қабылданған агротехника: алғыдақыл – күріш; топырақты өңдеу – 22-24 см тереңдікте күзгі сүдігер көтеру; ерте көктемде БДТ-7,0 дискілеу, атыз бетінің ұзын негізді тегістегішпен тегістелуі, 16-18 см тереңдікте күзгі қопсытуды қайталау, БДТ-7,0 дискілеу, екі жүзімен БЗТУ-1 тырмалау, ЗКК-6 сақиналы валиктермен басу. Егіс алдында тыңайтқышты енгізу мөлшері: N₉₀P₆₀.

Зерттеу нәтижелері мен талдау. Жаңа сортты шығару бойынша селекциялық жұмыс 2015 жылы будандастыру әдісімен басталды. Бастапқы формалар ретінде 58/83-77×2/07/4К гибридтік комбинациясы қолданылды. Гибридтік популяциядан іріктеу шаруашылық құнды белгілер мен абиотикалық стресс жағдайларына төзімділік бойынша жүргізілді. Элиталық өсімдік 2017 жылы бөлініп алынды. 2019-2022 жылдары сорт кіші стационарлық сынақ кезеңінен өтті, онда негізгі морфо-биологиялық және өнімділік көрсеткіштері бағаланды. Байқаулық станциялық сынақ 2023-2025 жылдары жүргізілді. Вегетациялық кезең бойы өсімдіктердің дамуы бақыланып, негізгі түптену-балауыздық пісу кезеңінде далалық бағалаулар жүргізілді. Осы кезеңдерде өсімдіктердің жалпы жағдайы, қоршаған ортадағы қолайсыз факторлар мен ауруларға төзімділігін қамтитын белгілер жиынтығы бойынша жарамсыз деп танитын жұмыстар жүргізілді.

Барлық үлгілер белгіленген мерзімде жиналып, зертханалық бағалаудан өтіп, негізгі өнімділік және дән сапасы көрсеткіштері анықталды. Кешенді бағалау шаруашылық тұрғысынан құнды белгілердің тұрақтылығымен ерекшеленетін бірнеше перспективалы нөмірді бөліп алуға мүмкіндік берді. Өнімділік бойынша стандартты асып кеткен сорттарға ерекше назар аударылды. Жүргізілген зерттеулер нәтижесінде өнімділіктің елеулі өсуін көрсеткен үш перспективалы сорт үлгісі бөлініп алынды. Нәтижелер 2 кестеде көрсетілген, бұл олардың әрі қарайғы селекциялық жұмыстар үшін перспективалы екенін және келесі сынақ кезеңдеріне енгізілуі мүмкін екенін растайды.

2-кесте – Байқау сортсынау питомнигінде бөлінген арпа нөмірлерінің сипаттамасы, 2023–2025 жылдардың орташа мәні

Белгілер мен қасиеттер	Сыр Аруы– стандарт	9/06-6К	9/15-30К	М1/15-5И	НСР ₀₅
Масақтану кезеңіне дейін, күн	52	54	52	57	
Вегетациялық кезең, күн	75	78	75	80	
Далалық өңгіштігі, %	78,0	82,5	80,4	85,0	0,98
Өсімдіктің биіктігі, см	67,5	75,5	84,2	82,5	1,42
Соңғы буын аралығының ұзындығы, см	8,0	12,0	14,0	11,5	0,87
Масақтың ұзындығы, см	7,5	8,0	7,8	8,0	0,03
Масақтағы дән саны, дана	18,0	22,0	40,0	24,5	1,14
1 м ² -ге өнімді сабақтардың саны	250	280	220	240	1,45
1000 дән массасы, г	40,5	41,0	39,9	42,0	0,07
Масақтағы дәннің массасы, г	0,73	0,9	1,59	0,87	0,17
Өнімділік, ц/га	18,3	25,2	34,9	24,3	1,24
Жалаулық жапырағының ауданы, см	2,54	2,68	3,29	2,59	0,23
Төзімділігі: жығылуға	9	9	9	9	-
атмосфералық құрғаққа	9	9	9	9	-
тамыр шірігіне	1	1	1	1	-
кара күйеге	1	1	1	1	-

2-кестеде берілген деректерді талдау көрсеткендей, 20 арпа нөмірлерінің ішінде аудандастырылған стандарт Сыр Аруы сортымен салыстырғанда 9/06-6К, 9/15-30К және М1/15-5И үлгілері бөлініп, ұзақ вегетациялық кезеңге және жетілдірілген шаруашылық құнды белгілерге ерекшеленгенін көрсетеді. Бөлінген нөмірлердің далалық өңгіштігі стандарттан (Сыр Аруы – 78,0 %) жоғары болып, 80,4–85,0 % құрады, бұл жоғары өсіп-өну энергиясы мен егу жағдайларына жақсы бейімделгенін көрсетеді. Морфологиялық белгілер бойынша 9/15-30К және М1/15-5И үлгілері айтарлықтай басқа нөмірлермен салыстырғанда артықшылығы байқалып, өсімдіктің биіктігі стандартпен салыстырғанда 15-17 см биік, яғни 84,2 және 82,5 см құрады. Сол генотиптер соңғы буын аралығының ұзындығы (11,5-14,0 см) және жалаулық жапырағының ауданы (2,59-3,29 см²) бойынша ерекшеленіп, егу үшін фотосинтетикалық әлеуеттің жақсаруына ықпал етеді. Өнімділік құрылымы бойынша 9/15-30К және 9/06-6К үлгілері ерекшеленеді. Бір масақта ең көп дән саны 9/15-30К үлгісінде болды (40 дана). Бұл көрсеткіш стандарттан 2,2 есе жоғары (18 дана). Масақтағы дән массасы 1,59 г құрады, бақылаудан (0,73 г) айтарлықтай жоғары. 1000 дәннің массасы 39,9–42,0 г аралығында өзгеріп, барлық үлгілерде дәннің ірілік көрсеткіші біркелкі екенін көрсетті. Өнімді түптенуі бойынша нөмірлер арасындағы айырмашылықтар орташа деңгейде байқалады: ең көп өнімді сабақтар саны 9/06-6К үлгісінде – 280 дана/м² тіркелді, яғни бұл оның оптималды жағдайларда жоғары әлеуетті өнімділігін көрсетеді.

Ең жоғары өнімділік көпқатарлы 9/15-30К үлгісінде байқалды – 34,9 ц/га, бұл стандарттан 16,6 ц/га жоғары. 9/06-6К және М1/15-5И нөмірлері де бақылау үлгісімен салыстырғанда дәлелді өнім өсімін көрсетті (тиісінше 25,2 және 24,3 ц/га). Барлық іріктелген үлгілер жығылуға және атмосфералық қуаңшылыққа жоғары төзімділігімен (бағалау – 9 балл), сондай-ақ тамыр шірігі мен қатты қаракүйеге иммундылығымен (жұқтыру деңгейі – 1 балл) сипатталды. Жүргізілген кешенді бағалау нәтижесінде жоғары өнімділігімен, морфологиялық белгілері бойынша жақсы теңестірілуімен және қолайсыз орта факторларына төзімділігімен ерекшеленетін 9/15-30К және 9/06-6К перспективалы генотиптері іріктеліп алынды. Аталған үлгілерді өнімділік пен бейімделгіштік қасиеттерінің донорлары ретінде әрі қарайғы селекциялық жұмыстарда қолдану ұсынылады.

Селекциялық тәжірибеде жоғары өнімділікті, стресстік факторларға төзімділікті және жергілікті жағдайларға бейімделгіштікті ұштастыратын генетикалық көздерді іздеу мен

қолдануға ерекше назар аударылады. Конкурстық сортсынау деректері бойынша (4-сурет), 9/15-30К және 9/06-6К үлгілері негізгі шаруашылық құнды белгілер – өнімділік, масақтың дән массасы, далалық өңгіштігі және морфометриялық параметрлері бойынша стандарт Сыр Аруы сортынан асып түсіп, жоғары селекциялық әлеуетін дәлелдейді. Осылайша, 9/15-30К және 9/06-6К линиялары фотосинтездік белсенділіктің жоғары деңгейі, морфологиялық параметрлер бойынша жақсы біркелкілігі, құрғақшылыққа және жығылып қалуға төзімділігі секілді құнды белгілердің жиынтығын қамтамасыз етеді. Аталған қасиеттер Қызылорда облысының тұзданған және суармалы аумақтарына бейімделген арпа сорттарын шығаруға бағытталған селекциялық бағдарламалар үшін перспективалы донорлар ретінде пайдалануға мүмкіндік береді.



4-сурет – Морфометриялық көрсеткіштер бойынша далалық бағалау жүргізу, 2025 жыл

2025 жылы Қазақстан Республикасының мемлекеттік сортсынауына жаңа жаздық арпаның Батырхан атты сорты тапсырылып оған оң шаруашылық бағалау жөнінде хабарлама алынды, сонымен қатар селекциялық жетістікке патент алу үшін өтінім берілді:

1. Селекциялық жетістік Батырхан жаздық арпа сортының шаруашылық пайдалығына хабарландыру, тіркеу нөмірі № 5412, 06.10.2025

2. Жасмин жаздық арпа сорты бойынша селекциялық жетістікке Қазақстан Республикасының патентін беру туралы өтініш: өтінімнің тіркеу нөмірі № 2025/048.4, түскен күні 23.09.2025 ж.

Батырхан сорты (*Hordeum vulgare* L. sensu lato) «Ы. Жақаев атындағы Қазақ күріш шаруашылығы ҒЗИ» ЖШС мен «Өсімдіктердің биологиясы және биотехнологиясы институты» ШЖҚ РМК бірлескен селекциялық жұмысының нәтижесінде 58/83-77×2/07-4К будан комбинациясынан алынып, шығарылған. Сұрып жаздық даму типіне жатады, тік тұрған бұтақтары бар, өсімдіктері орташа бойлы. Өсімдіктердің түсі – орташа жасыл, жалаулық жапырағы – жартылай тік тұрған, құлақтары айқын антоциан түсімен сипатталып,

жапырақта орташа балауыз қаптама байқалады. Дәні қабықшалы, ақшыл түсті, ішкі ойық бойында түктер жоқ, тамырлардың антоциан түсі байқалмайды (5-сурет).



5-сурет – Перспективалық Батырхан жаздық арпа сорты

Өсімдіктердің мықты вегетативті массаның қалыптасуын және жоғары дәнділігінің дамуын қамтамасыз ететін сорттың ерекшелігі – «түптену-түтіктену» кезеңінің ұзақтығы (кемінде 20 күн). Ауа райының жағдайына байланысты вегетациялық кезеңнің орташа ұзақтығы 75–85 күнді құрайды. Сорт әртүрлі егу жағдайларында жоғары өнімділік пен тұрақты түсім қалыптасуын қамтамасыз ететін жоғары дәнділік деңгейі мен 1000 дәннің айтарлықтай массамен сипатталады. Сорт шаңды және қатты күйеге төзімді, ал ылғалдылығы жоғары жылдарда фузариоздық тамыр шірігіне шалдығу деңгейі 1 балдан аспайды. Сондай-ақ, абиотикалық стресске, оның ішінде тұздану мен қуаңшылыққа бейімделу қабілеті жоғары және жығылып қалуға төзімділігімен сипатталады.

Қорытынды. Ерте пісу, бастапқы өсу қарқынының жоғары болуы, егістегі жақсы өну сияқты маңызды биологиялық қасиеттер кешеніне ие сорттарды шығару күріштен кейінгі топырақтағы табиғи ылғалды тиімді пайдалануға мүмкіндік береді. Оны орып алғаннан кейін, жоңышқа немесе түйежоңышқа жақсы өсіп, нәтижесінде күзге дейін тағы бір толық орым алуға болады. Сонымен қатар, күріш өсіру Қазақстандық Арал өңірінде өсімдік шаруашылығының негізгі саласы болып табылады және күріш егуге дайындық тек сәуірдің соңында басталады, ал арпаны егу жұмыстары наурызда жүргізіледі. Сондықтан оны негізгі дақылдан 2 ай бұрын жинайды, бұл күріш өсірушілердің John Deere, Chellindger, Class және басқа жетекші фирмалардың тракторларын, тұқым сепкіш, комбайндарын тиімдірек пайдалануға, егістік жұмыстарындағы кернеуді азайтуға және осы жерлерді басқа да дақылдарға қайта пайдалану мүмкіндігін береді.

Дәнді малазықтық дақылдарын өндіру шығындарын ескере отырып, стандарт Сыр Аруы сорты бойынша 1 га жерден шартты таза табыс 75 000 теңге болса, жаңа Батырхан сорты бойынша табыс 35 000 теңгеге артады. Бұл өңірде жергілікті селекцияның жаңа, өнімді сорттарын енгізу арқылы дәнді дақыл шаруашылығын жүргізудің тиімділігінің едәуір артуына мүмкіндік беретінін білдіреді. Жаңа бейімделген малазықтық дақылдардың сорттарын енгізу өнімділіктің 5-10 ц/га және одан да көп өсуін қамтамасыз етеді. Мысалы, жергілікті селекцияның инновациялық арпа сұрыптары дәнінде ақуыз мөлшері кемінде 15,0% деңгейінде болса, ал басқа аймақтың сорттарында бұл көрсеткіш 11,0 % аспайды, бұл бірлік жерден жемшөп ақуызының шығымын арттырады. Сол кезде, өнімділіктің минималды

5 ц/га қосындысымен экономикалық тиімділік 1 гектардан кемінде 35 000 теңге болады. Сонымен қатар, олардың су ресурстарының тапшылығы үдей түскен жағдайда атқаратын бағасыз рөлін ерекше атап өткен жөн. Өртараптандыру дақылдарды құрғақшылық жағдайында топырақтағы табиғи ылғалды тиімді пайдалана отырып, суармасыз да жоғары өнім жинауға қабілеттілігі гектарға 6 000 м³ су үнемдеуге мүмкіндік береді.

Осылайша, ұсынылып отырған жобаны жүзеге асыру барысында шығарылған жоғары сапалы арпа сорттары, қоршаған ортадағы стресс факторларына агрономиялық төзімді және Қазақстанның экологиялық жағынан қолайсыз жағдайларында дәнді-малазықтық өндірісінде оң экологиялық-экономикалық әсер береді.

Қаржыландыру. Зерттеулер 2024-2026 жж. арналған Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің бағдарламалық-мақсаттық қаржыландыру аясында жүзеге асырылған BR24992903 «Экономикалық маңызды ауыл шаруашылығы дақылдарының селекциясына заманауи молекулалық-генетикалық, физиологиялық-биохимиялық, биотехнологиялық әдістерді және цифрлық фенотиптеуді практикалық енгізу» ғылыми-техникалық бағдарламасы шеңберінде орындалды.

Әдебиеттер:

- [1] **Kaso, T.,** Guben G. Review of barley value chain management in Ethiopia// J Biol Agric Healthc, 2015. – № 5. – P. 84-97. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519>
- [2] **Leon, J.** Genetic diversity and population differentiation analysis of Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces using morphological traits and SSR markers [Internet]. 2010. Available from: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2010/2158/2158.pdf>.
- [3] **Grando, S.,** Macpherson HG. Food barley: Importance, uses and local knowledge. In: Proceedings of the International Workshop on Food Barley Improvement, held in Hammamet, Tunisia, Aleppo (Syria): ICARDA; 2005. – P. 54-65. <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063010995>
- [4] **Cuesta-Marcos, A.** Barley: Genetics and Breeding// Encyclopedia of Food Grains (Second Edition)/ A. Cuesta-Marcos, J.G. Kling, A.R. Belcher, T. Filichkin, S.E. Ulrich, V. 4, 2016, P. 287-295. DOI:10.1016/B978-0-12-394437-5.00208-4
- [5] **Teunis, J.** Environmental impacts of barley cultivation under current and future climatic conditions// Journal of Cleaner Production/ Teunis J. Dijkman, Morten Birkved, Henrik Saxe, Henrik Wenzel, Volume 140, Part 2, 2017- P. 644-653 <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.154>
- [6] **Jamshidi, A.** Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes for salinity tolerance under field conditions using the stress indices// Ain Shams Engineering Journal/ A. Jamshidi, H.R. Javanmard, M. Miransari, 2017- P. 234-245. DOI:10.1016/j.asej.2017.02.006
- [7] **Mahalingam, R.** Phenotypic, physiological and malt quality analyses of US barley varieties subjected to short periods of heat and drought stress// Journal of Cereal Science, Volume 76, 2017.- P. 199-205. <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.007>
- [8] **Raggi, L.** Evolutionary breeding for sustainable agriculture: Selection and multi-environmental evaluation of barley populations and lines// Field Crops Research/ Raggi L., Ciancaleoni S., Torricelli R., Terzi V., Negri V., Vol. 204, 2017.- P. 76-88. DOI:10.1016/j.fcr.2017.01.011
- [9] **Leitner, D,** Meunier F, Impact of contrasted maize root traits at flowering on water stress tolerance – a simulation study // Field Crops Res, 2014. – P. 125-37. DOI:10.1016/j.fcr.2014.05.009
- [10] **Setter, T.L.,** Waters I., Stefanova K., Munns R., Edward G. 2016. Salt tolerance, date of flowering and rain affect the productivity of wheat and barley on rainfed saline land, Field Crops Research Vol. 194, Pages 31-42 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.034>
- [11] **Almerekova, S,** Sariev B, Abugalieva A, Chudinov V, Sereda G. et al. (2019) Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan. PLoS ONE 14(8): e0221064. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221064>
- [12] **Тохетова, Л.А.,** Баимбетова Г.З., Жалбыров А.Е., Байтанатова А.К., Акылбаев К.И., Султан Н.Ж.Комбинационная способность мутантных линий ярового ячменя // Вестник

Кызылординского университета им. Коркыт Ата. Сельскохозяйственные науки, 2025. – №1(72). – С. 91-102 <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.223>

[13] **Тохетова, Л.А.** Байжанова Б.К. Арпаның (*Hordeum vulgare* L.) перспективалы селекциялық питомнигінде материалдарының шаруашылық-биологиялық белгілері және оларды тұзды топырақта өсіру // Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университетінің көпсалалы ғылыми журналы «3i: intellect, idea, innovation - интеллект, идея, инновация», 2025. – №2, 1 бөлім. – 179-189 б. <https://doi.org/10.52269/RWEP2521179>

[14] **Tokhetova, L. A.,** Sultan N. Z. and Baimbetova G. Z.. Induced mutagenesis in breeding of spring barley (*Hordeum vulgare* L.). *Braz. J. Biol.* . 2025. Vol. 85. DOI: <http://doi.org/10.1590/1519-6984.293020>

[15] Комплексная программа по селекции ячменя для зоны деятельности Восточного селекцентра “Арпа” // Методические рекомендации. – Алма-ата, 1983. – 36 с.

[16] Методические указания ВИР по изучению мировой коллекции ячменя. – Ленинград, 1981. – 30 с.

[17] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта. – Москва: Колос, 1973. – 335 с.

References:

[1] **Kaso, T.,** Guben G. Review of barley value chain management in Ethiopia// *J Biol Agric Healthc*, № 5, 2015.- R. 84-97. <https://www.iiste.org/Journals/index.php/JBAH/article/view/22519>

[2] **Leon, J.** Genetic diversity and population differentiation analysis of Ethiopian barley (*Hordeum vulgare* L.) landraces using morphological traits and SSR markers [Internet]. 2010. Available from: <http://hss.ulb.uni-bonn.de/2010/2158/2158.pdf>.

[3] **Grando, S.,** Macpherson HG. Food barley: Importance, uses and local knowledge. In: Proceedings of the International Workshop on Food Barley Improvement, held in Hammamet, Tunisia, Aleppo (Syria): ICARDA; 2005. – R. 54-65. <https://www.cabidigitalibrary.org/doi/pdf/10.5555/20063010995>

[4] **Cuesta-Marcos, A.** Barley: Genetics and Breeding// *Encyclopedia of Food Grains* (Second Edition)/ A. Cuesta-Marcos, J.G. Kling, A.R. Belcher, T. Filichkin, S.E. Ulrich, V. 4, 2016, P. 287-295. DOI:10.1016/B978-0-12-394437-5.00208-4

[5] **Teunis, J.** Environmental impacts of barley cultivation under current and future climatic conditions// *Journal of Cleaner Production/ Teunis J. Dijkman, Morten Birkved, Henrik Saxe, Henrik Wenzel, Volume 140, Part 2, 2017- P. 644-653* <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.05.154>

[6] **Jamshidi, A.** Evaluation of barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes for salinity tolerance under field conditions using the stress indices// *Ain Shams Engineering Journal/ A. Jamshidi, H.R. Javanmard, M. Miransari, 2017- P. 234-245.* DOI:10.1016/j.asej.2017.02.006

[7] **Mahalingam, R.** Phenotypic, physiological and malt quality analyses of US barley varieties subjected to short periods of heat and drought stress// *Journal of Cereal Science, Volume 76, 2017.- P. 199-205.* <https://doi.org/10.1016/j.jcs.2017.06.007>

[8] **Raggi, L.** Evolutionary breeding for sustainable agriculture: Selection and multi-environmental evaluation of barley populations and lines// *Field Crops Research/ Raggi L., Ciancaleoni S., Torricelli R., Terzi V., Negri V., Vol. 204, 2017.- P. 76-88.* DOI:10.1016/j.fcr.2017.01.011

[9] **Leitner, D,** Meunier F, Impact of contrasted maize root traits at flowering on water stress tolerance – a simulation study // *Field Crops Res*, 2014. – R. 125-37. DOI:10.1016/j.fcr.2014.05.009

[10] **Setter, T.L.,** Waters I., Stefanova K., Munns R., Edward G. 2016. Salt tolerance, date of flowering and rain affect the productivity of wheat and barley on rainfed saline land, *Field Crops Research* Vol. 194, Pages 31-42 <https://doi.org/10.1016/j.fcr.2016.04.034>

[11] **Almerekova, S,** Sariyev B, Abugalieva A, Chudinov V, Sereda G. et al. (2019) Association mapping for agronomic traits in six-rowed spring barley from the USA harvested in Kazakhstan. *PLoS ONE* 14(8): e0221064. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0221064>

[12] **Tokhetova, L.A.,** Baimbetova G.Z., Zhalbyrov A.E., Bajtanatova A.K., Akyllbaev K.I., Sultan N.Zh. Kombinatsionnaya sposobnost' mutantnyh linij yarovogo yachmenya // *Vestnik Kyzylordinskogo universiteta im. Korqyt Ata, Agricultural sciences, 2025. – №1(72). – s. 91-102* <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v72.i1.223>

- [13] **Tokhetova, L.A.**, Bajzhanova B.K. Arpanyn (Hordeum vulgare L.) perspektivaly selekciyalyq pitomniginde materialdarynyn sharuashylyq-biologiyalyq belgileri zhәне olardy tuzdy topyraqta osiru // Ahmet Bajtursynuly atyndagy Qostanaj оңirlik universitetinin kopsalaly gylymi zhurnaly «3i: intellect, idea, innovation – intellekt, ideya, innovaciya», №2, 1 belim 2025. – 179-189 b. <https://doi.org/10.52269/RWEP2521179> [in Kazakh]
- [14] **Tokhetova, L.A.**, Sultan N.Z. and Baimbetova G.Z.. Induced mutagenesis in breeding of spring barley (Hordeum vulgare L.). Braz. J. Biol. 2025. Vol. 85. DOI: <http://doi.org/10.1590/1519-6984.293020>
- [15] Kompleksnaya programma po selekcii yachmenya dlya zony deyatel'nosti Vostochnogo selekcentra “Arpa” // Metodicheskie rekomendacii, Alma-ata, 1983. – 36 s.
- [16] Metodicheskie ukazaniya VIR po izucheniyu mirovoj kollekcii yachmenya. – Leningrad. – 1981. – 30 s.
- [17] **Dospekhov, B.A.** Metodika polevogo opyta // Moskva “Kolos”, 1973. – 335 s.

НОВЫЙ СОРТ ЯРОВОГО ЯЧМЕНИЯ БАТЫРХАН

Тохетова Л.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Абугалиева С.И.², доктор биологических наук, профессор
Баймбетова Г.З.¹, докторант
Гениевская Ю.А.², PhD, научный сотрудник
Дүйсен А.Д.¹, магистр сельскохозяйственных наук

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт рисоводства им. И. Жахаева», г.Кызылорда, Казахстан

²РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений», г.Алматы, Казахстан

Аннотация. В 2025 году в государственное сортоиспытание Республики Казахстан передан новый сорт ярового ячменя Батырхан, на который получено уведомление о положительной хозяйственной оценке и подана заявка на патент. Сорт создан в результате совместной селекционной работы ТОО «КазНИИ рисоводства им. И. Жахаева» и РГП на ПХВ «Институт биологии и биотехнологии растений». Батырхан получен из гибридной комбинации 58/83-77 × 2/07-4К, отличается удлиненной фазой «кущение–трубкавание», высокой озерненностью и массой 1000 зёрен, что обеспечивает его высокую и стабильную урожайность. Сорт устойчив к пыльной и твердой головне, мало поражается фузариозной корневой гнилью, проявляет адаптивность к засолению, засухе и полеганию. Короткий вегетационный период и интенсивный стартовый рост позволяют эффективно использовать естественную влажность почвы после риса и оптимизировать нагрузку полевых работ в рисовом севообороте Приаралья. Экономические расчёты показывают прирост условно чистого дохода 35 000 тенге/га по сравнению со стандартом, а отсутствие необходимости в поливе обеспечивает экономию до 6000 м³ воды/га. Сорт Батырхан сочетает высокую продуктивность, экологическую устойчивость и экономическую эффективность, что делает его перспективным для внедрения в засушливых и засоленных условиях Казахстанского Приаралья.

Ключевые слова: исходный материал, сортообразцы, сорт, конкурсное сортоиспытание, вегетационный период, урожайность.

NEW SPRING BARLEY VARIETY BATYRKHAN

Tokhetova L.A.¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Abugalieva S.I.², Doctor of Biological Sciences, Professor

Baimbetova G.Z.¹, PhD Student

Genievskaya Y.A.², Researcher, PhD

Duisen A.D.¹, Master of Agricultural Sciences

¹ *LLP "Kazakh Scientific Research Institute of Rice Growing named after I. Zhakhaev," Kyzylorda, Kazakhstan*

² *RSE under the right of economic management "Institute of Plant Biology and Biotechnology," Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The new spring barley variety Batyrkhan, for which a notification of positive agronomic evaluation has been received and a patent application has been filed, was developed through the collaborative breeding work of LLP "Kazakh scientific research institute of rice growing named after I. Zhakhaev" and the Republican state enterprise under the right of economic management "Institute of plant biology and biotechnology." Batyrkhan was obtained from the hybrid combination 58/83-77×2/07-4K and is distinguished by an extended "tillering–stem elongation" phase, high grain density, and the 1000-grain weight, which ensures its high and stable yield. The variety is resistant to loose smut and covered smut, shows low susceptibility to Fusarium root rot, and demonstrates adaptability to salinity, drought, and lodging. Its short vegetative period and vigorous initial growth allow for efficient use of natural soil moisture following rice cultivation and help optimize fieldwork in the rice-based crop rotation of the Kazakhstan Aral Sea region. Economic calculations show an increase in conditionally net income of 35,000 KZT/ha compared to the standard variety, and the lack of irrigation requirement provides savings of up to 6,000 m³ of water per hectare. Batyrkhan combines high productivity, ecological resilience, and economic efficiency, making it a promising candidate for introduction in the arid and saline conditions of the Kazakhstan Aral Sea region.

Keywords: initial material, breeding samples, variety, competitive variety testing, vegetative period, yield.

**BEAUVERIA BASSIANA (BALS.) VUILL. САҢЫРАУҚҰЛАҒЫНЫҢ ЗЕРТХАНАЛЫҚ
ЖАҒДАЙДА ТҮРКІСТАНДЫҚ ӨРМЕКШІ КЕНЕСІНЕ (TETRANYCHUS
TURKESTANI) ҚАРСЫ БИОЛОГИЯЛЫҚ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ**

Ташигул Н.Е.*, жаратылыстану ғылымдарының магистрі
nurzhan9601@mail.ru <https://orcid.org/0009-0002-3109-3708>

Әділханқызы А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
adilhan-ainura@mail.ru <https://orcid.org/0000-0001-8048-7987>

Шисенбаева Н.Ж., жаратылыстану ғылымдарының магистрі
shisenbaevan00@gmail.com <https://orcid.org/0009-0005-8930-4274>

Қасымов А.А., 7М08104 –«Өсімдік қорғау және карантин» БББ-ның 2 - курс магистранты
aslan.kasymov.02@mail.ru <https://orcid.org/0009-0007-8192-2603>

Алпысбаева К.А., PhD

erke07naz05@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8962-384X>

Успанов А.М., биология ғылымдарының кандидаты
u_alibek@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-7122-8596>

«Ж.Жиембаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми-зерттеу институты» ЖШС,
Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Түркістандық өрмекші кенесі (*Tetranychus turkestanii*) – ауыл шаруашылығы дақылдарына елеулі зиян келтіретін және әлемдік деңгейде айтарлықтай экономикалық шығындарға себеп болатын қауіпті зиянкес. Бұл зерттеуде Оңтүстік Қазақстанның әртүрлі аймақтарынан бөлініп алынған *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. энтомопатогенді саңырауқұлағының алты штамының *T. turkestanii*-ге қарсы тиімділігі зерттелді.

Штамдар Сабуро қоректік ортасында (SDA) өсіріліп, 1×10^7 және 1×10^8 спора/мл концентрацияларында конидия суспензиялары дайындалды. Суспензия құрамына беттік-белсенді зат ретінде 0,1% Tween 80 қосылды. Залалдаудан кейін, 5, 7 және 10-шы тәуліктерте кене өлімінің көрсеткіштері тіркеліп, штамдардың биологиялық белсенділік деңгейі бағаланды.

Зерттеу нәтижелері зерттелген штамдардың патогенді белсенділігінде елеулі айырмашылықтар бар екенін көрсетті. BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 штамдары ең жоғары тиімділік көрсетіп, сынақтан өткен ең жоғары концентрация 80%-дан астам өрмекші кенелерінің өлімін туындатты. Экспозиция ұзақтығы мен өрмекші кенелерінің өлім деңгейі арасында оң корреляциялық байланыс анықталды.

Алынған деректер *T. turkestanii*-ге қарсы биологиялық күресте *B. bassiana* штамдарын қолданудың болашағы бар екенін көрсетеді. Алайда бұл нәтижелерді практикада қолдану үшін бөлінген штамдарды далалық жағдайда қолдану шарттарын оңтайландыру және оларды өсімдіктерді интеграцияланған қорғау жүйелеріне енгізу бойынша қосымша зерттеулер қажет.

Тірек сөздер: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, биологиялық бақылау, штамм, патоген.

Кіріспе. Түркістан өрмекші кенесі (*Tetranychus turkestanii*) – жаһандық ауыл шаруашылығында ең қауіпті әрі экономикалық тұрғыдан маңызы зор зиянкестердің бірі ретінде танылған. Бұл фитофаг өсімдіктердің өте кең ауқымды түрлерін зақымдайды – қазіргі уақытта 1100-ден астам өсімдік түрі, оның ішінде ауыл шаруашылығы үшін маңызды дақылдар, сәндік өсімдіктер және арамшөптер тіркелген [1]. Өрмекші кененің өсімдікке зиянды әсері оның жасуша құрамын сорып, тіндерді зақымдауына негізделген, бұл хлороздың пайда болуына, жапырақ тіндерінің некрозына және жапырақтардың мерзімінен

бұрын түсуіне себеп болады. Популяция санының жоғары деңгейінде *T. turkestanii* дақыл өнімділігінің айтарлықтай төмендеуіне себеп болуы мүмкін, әсіресе бұл зиянкес үшін қолайлы климаттық жағдайлары бар аймақтарда [2].

Қазақстан аумағында *T. turkestanii* бірқатар экономикалық маңызды өсімдіктерге – мақта, көкөністер (қызанақ, қияр, бұрыш және т.б.), жеміс-жидектер (алма, жүзім, құлпынай және т.б.) мен бұршақ тұқымдас дақылдарға айтарлықтай қауіп төндіреді. Елдің көптеген ауыл шаруашылығы аймақтарында жауын-шашынның аз мөлшері мен құрғақ климат бұл кененің жаппай таралуына және көбеюіне қолайлы жағдай туғызады, бұл өз кезегінде фитосанитарлық ахуалды күрделендіреді.

T. turkestanii-ге қарсы күрестің дәстүрлі әдісі – химиялық акарицидтерді қолдану. Алайда, бұл пестицидтердің ұзақ және қарқынды пайдаланылуы кененің резистентті популяцияларының қалыптасуына алып келді, соның салдарынан химиялық әдістің тиімділігі айтарлықтай төмендеді [3]. Бұған қоса, пестицидтердің қоршаған ортаға, пайдалы жәндіктерге (энтомофагтарға) және адам денсаулығына кері әсер етуі зиянкестермен күрестің баламалы және экологиялық қауіпсіз әдістерін іздеудің өзектілігін арттырып отыр [4]. Осы тұрғыда биологиялық бақылау әдістері, әсіресе энтомопатогенді саңырауқұлақтарды қолдану келешегі зор бағыт ретінде қарастырылады.

Атап айтқанда, *Beauveria bassiana* (Bals.) Vuill. (*Ascomycota: Hypocreales*) түрі ерекше қызығушылық тудырады, себебі бұл саңырауқұлақ әртүрлі бунақденелілерге, соның ішінде *T. turkestanii*-ге қатысты жоғары вируленттілік көрсетеді. Бұл саңырауқұлақтың патогенді әсер ету механизмі – гифтердің кененің кутикуласы арқылы енуі, кейін гемоцельді колонизациялау және микоздың дамуы нәтижесінде иесінің өліміне алып келеді [5]. *B. bassiana*-ның *T. turkestanii*-ге қарсы тиімділігі бірқатар зерттеулермен дәлелденгенімен, оның биологиялық белсенділігі қолданылған штамға, экологиялық жағдайларға және қолдану әдісіне байланысты айтарлықтай өзгеріп отырады [6,7].

Зерттеу мақсаты – *T. turkestanii*-ге қарсы *Beauveria bassiana* жергілікті штамдарының биологиялық белсенділігін зертханалық жағдайда бағалау. Бұл зерттеу нәтижелері өсімдіктерді биологиялық қорғау бағдарламаларына енгізу үшін ең перспективалы изоляттарды анықтауға мүмкіндік береді және бұл заманауи тұрақты ауыл шаруашылығын дамыту талаптарына сай келеді.

Зерттеу материалдары мен әдістемесі. *Tetranychus turkestanii* популяциясын өсіру үшін қажетті өсімдіктерді өсіру. Зерттеуде кәдімгі бұршақ (*Phaseolus vulgaris* L., *Fabales: Fabaceae*) өсімдіктері пайдаланылды, олар климаттық камера жағдайында өсірілді. Өсіру шарттары келесідей болды: температура $25 \pm 2^\circ\text{C}$, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы $65 \pm 5\%$, фотопериод 16 сағат жарық және 8 сағат қараңғылық. Тұқымдар пластик контейнерлерге (диаметрі 15 см) себілді, олар стерильденген топырақ субстратымен толтырылған. Өсірілген бұршақ өсімдіктері зертханалық *T. turkestanii* өрмекші кенесінің популяциясын ұстауға және тәжірибелерде стандартты қоректік субстрат (жапырақ дискілері) көзі ретінде қолданылды.

Эксперименттерде *P. vulgaris* өсімдігінде өсірілген *T. turkestanii* зертханалық популяциясы пайдаланылды. Бұл жағдайда микроклимат келесідей параметрлермен қамтамасыз етілді: температура $28 \pm 1^\circ\text{C}$, ауаның салыстырмалы ылғалдылығы $50 \pm 10\%$, фотопериод 16 сағат жарық және 8 сағат қараңғылық. Аталған микроклиматтық параметрлер фитофаг популяциясының тұрақты дамуына жағдай жасап, тәжірибелерді жүргізу үшін маңызды болды.

Энтомопатогенді саңырауқұлақтардың изоляттарын алу. Зерттеуде *Beauveria bassiana* энтомопатогенді саңырауқұлағының алты штаммы пайдаланылды. Бұл штамдар Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс аймақтарынан бөлініп алынған: Алматы облысы (Сарқан ауданы), Жамбыл облысы (Қордай ауданы) және Түркістан облысы (Мақтаарал ауданы) (1-кесте).

1-кесте – *Beauveria bassiana* саңырауқұлағының штамдары

Штамм	Бөлініп алынған орны мен жылдары	Алынған объект
BL ₁ (k)-09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Lepidoptera</i>
BScar ₂ -09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. тамыз	<i>Coleoptera</i>
BL ₁ (т)-09	Жамбыл облысы, Қордай ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>
BP ₂ -12	Алматы облысы, Сарқан, 2012 ж. тамыз.	<i>Hemiptera</i>
BCa ₃ (m)-09	Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>
BEL-09	Түркістан облысы, Мақтаарал ауданы, 2009 ж. маусым	<i>Coleoptera</i>

Әрбір штамм үшін стандартты конидия суспензиясы дайындалды. Спо-раларды сандық есептеу Горяев камерасында (көлемі 0,9 мкл) ×400 үлкейтуде микроскоп арқылы жүргізілді. Жұмыс суспензиясы 100 мл стерильденген дистилденген суға 1×10^7 және 1×10^8 конидия/мл соңғы концентрациямен дайындалды, бұл энтомопатогенді саңырауқұлақтарды тестілеу үшін стандартты биологиялық жүктемеге сәйкес келеді [8]. Споралардың бетіне жақсы сіңуі және суспензияның тең таралуы үшін әрбір суспензияға 0,1% («көлем/көлем») концентрациясымен бейионогенді детергент Tween 80 қосылды.

T. turkestanii-ға қатысты патогенділікмі бағалау. *T. turkestanii* түріне қарсы энтомопатогенді саңырауқұлақтардың тиімділігін анықтау климаттық камерада 25 ± 1 °C температурада және $70 \pm 5\%$ салыстырмалы ылғалдылықта жүргізілді. Әрбір өңдеу нұсқасы үшін төрт қайталама (диаметрі 15 см Петри табақшаларында) қолданылып, әр қайталамада 20 *T. Turkestanii* даралары орналастырылды.

Петри табақшаларына алдымен ылғалдандырылған мақта төселіп, содан кейін фасоль жапырақтары абаксиальды (төменгі) жағы жоғары қаратып орналастырылды. Әр жапырақтың сағақ бөлігін ылғалдандырылған мақтаға батырып, жапырақтардың тіршілігі барлық эксперимент барысында сақталды. *T. turkestanii* имаго түрлері жіңішке қылқаламмен әр жапыраққа көшірілді.

Beauveria bassiana штамдары, атап айтқанда BL₁(k)-09, BScar₂-09, BL₁(т)-09, BP₂-12, BCa₃(m)-09 және Bel₄-09, 1×10^7 және 1×10^8 конидия/мл концентрациясында конидия суспензиялары түрінде дайындалды. Суспензиялар жапырақтарға ұсақ бүріккіш арқылы әр қайталамаға 2 мл мөлшерінде шашылды. Залалдаудан кейін 3, 5, 7 және 10 күндерде тірі және өлген жәндіктер саны тіркелді. Өлген кенелер ылғалдандырылған фильтрлік қағазға салынған Петри табақшаларына ауыстырылып, 14 күн бойы спора түзілуін бақылау үшін сақталды. Микоздық этиологияны растау үшін жұқтырылған кенелерден препараттар дайындалып, микроскоппен зерттелді. Бақылау үшін, кенелермен толтырылған жапырақтар су мен Tween 80 (0,1%) қосылған ерітіндімен залалданды [9].

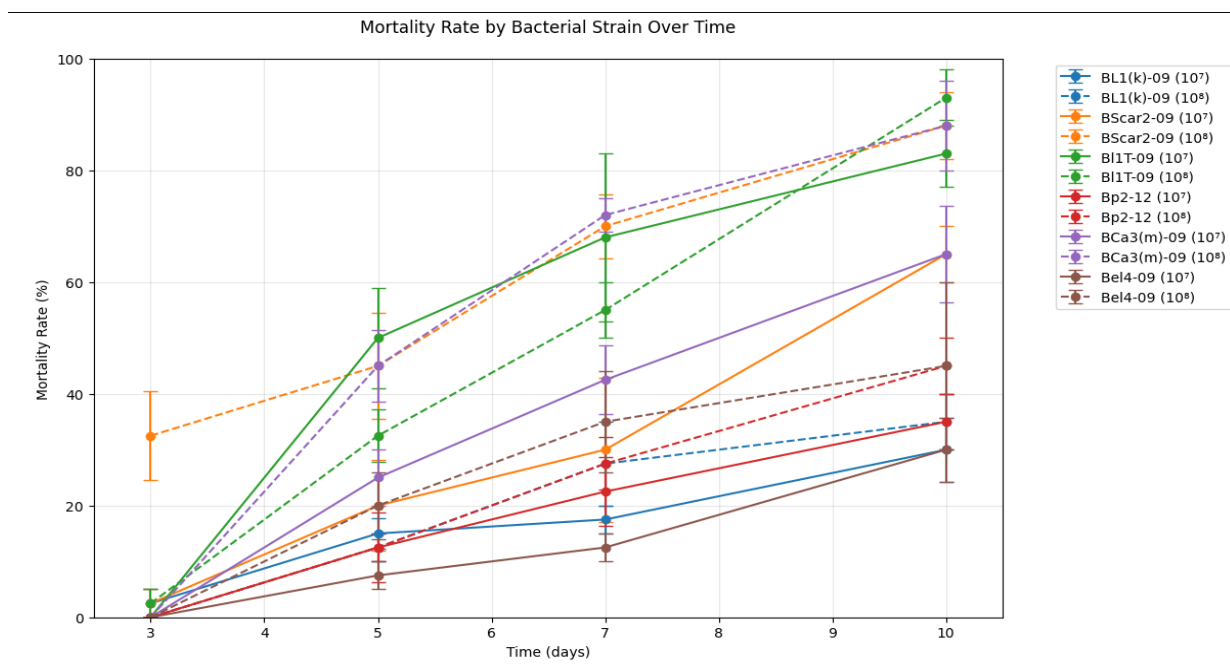
Штамдар арасындағы статистикалық маңызды айырмашылықтар ($P < 0,01$) өлу деңгейі деректері бойынша дисперсионды талдау (ANOVA) әдісімен анықталды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Өткізілген эксперимент барысында *Beauveria bassiana* саңырауқұлағының алты штамының *Tetranychus turkestanii* кенесіне қатысты патогендігі әртүрлі конидий концентрацияларында (10^7 және 10^8) бағаланды. Алынған деректер әрбір штаммның әсерінен кенелер өлім-жітімінің өзгеру динамикасын анықтауға мүмкіндік берді. Төменде бақылау кезеңдерінің әртүрлі сатыларында әсер ету тиімділігін көрсететін салыстырмалы нәтижелер келтірілген (2-кесте).

2-кесте – *Beauveria bassiana* энтомопатогенді штамдарының *Tetranychus turkestanii*-ге әсері нәтижесінде тіркелген өлу деңгейінің көрсеткіштері

№P/c	Штамдар	Концентрация	Өлу деңгейі, күндер, %			
			3	5	7	10
1	BL ₁ (k)-09	10 ⁷	2,5±2,5	15,0±2,8	17,5±2,5	30,0±5,7
		10 ⁸	0,0	12,5±2,5	27,5±7,5	35,0±5,0
2	BScar ₂ -09	10 ⁷	2,5±2,5	20,0±8,16	30,0±12,9	65,0±5,0
		10 ⁸	32,5±8	45,0±9,5	70,0±5,7	88±6,0
3	BL ₁ (T)-09	10 ⁷	0,0	50,0±9,0	68,0±15	83±6,0
		10 ⁸	2,5±2,5	32,5±4,7	55,0±5,0	93,0±5,0
4	Bp2-12	10 ⁷	0,0	12,5±6,29	22,5±6,2	35,0±5,0
		10 ⁸	0,0	12,5±2,5	27,5±4,7	45,0±5,0
5	BCa ₃ (m) -09	10 ⁷	0,0	25,0±5,0	42,5±6,2	65,0±8,6
		10 ⁸	0,0	45,0±6,4	72,0±3,0	88,0±8
6	Bel ₄ -09	10 ⁷	0,0	7,5±2,5	12,5±2,5	30,0±5,7
		10 ⁸	0,0	20,0±6,0	35±9,0	45±15
Бақылау			0,0	0,0	0,0	0,0
P мәні			(P < 0.01)			

Зерттеу нәтижелері *B. bassiana* штамдарының *Tetranychus turkestanii*-ге қарсы вируленттілігінде статистикалық тұрғыдан маңызды айырмашылықтардың бар екенін көрсетті (P<0.01). BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 штамдары ең жоғары тиімділік танытып, 10-тәулікте кенелердің 88-93%-ының өлу деңгейін туындатты. Бұл ретте BScar₂-09 штамы ең жылдам әсер көрсетіп (3-ші тәулікте өлу деңгейі– 32.5±8%), ал BL₁(T)-09 пен BCa₃(m)-09 штамдары баяу, бірақ айқын әсерімен ерекшеленді – тәжірибе соңында өлу деңгейінің көрсеткіштері күрт артты (1-сурет).

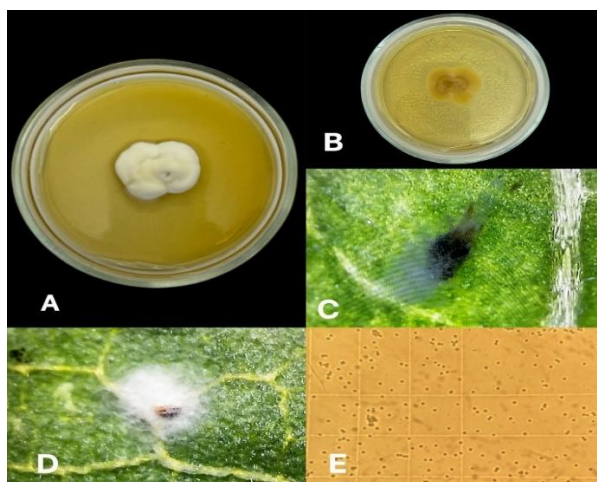


1-сурет – Әр түрлі саңырауқұлақ штамдарына байланысты өлу деңгейінің көрсеткіштері

Қалған штамдар (BL₁(k)-09, Bp2-12, Bel₄-09) орташа тиімділік көрсетіп, 35-45% өлу деңгейін туындатты. Барлық жағдайларда айқын дозалық тәуелділік байқалды – концентрацияны 10⁷-ден 10⁸-ге дейін арттыру вируленттілікті сенімді түрде күшейтті (P < 0.01).

Осыған байланысты *BScar2-09*, *BL₁(T)-09* және *BCa₃(m)-09* штаммдарын *T. turkestanii*-ді биологиялық жолмен бақылауда ең перспективті таңдау ретінде ұсынуға болады. *BScar2-09* (*Beauveria bassiana*) штамының 1×10^8 конидий/мл концентрациясындағы суспензиясымен залалдандырылған кенелердің өлімінен кейін, мицелий дамуын бақылау мақсатында өлі кенелер бөлме температурасында ылғалдандырылған камера-ларға орналастырылды. 3-5 тәуліктен кейін өлі кенелердің дене бетінде *B. bassiana*-ға тән мицелийдің сыртқа шығуы байқалды. Бақылау нұсқасында мицелийдің өсуі байқалмады.

Патогенді морфологиялық сәйкестендіру үшін залалданған кенелердің бетінен бөлініп алынған конидиялар Сабууро агарына егілді. Колониялардың өсуі 25°C температурада 7-10 күн бойы бақыланды. *B. bassiana*-ға тән морфологиялық белгілері бар колониялардың дамуы кенелердің өліміне саңырауқұлақ инфекциясының себеп болғанын дәлелдеді (2-сурет).



2-сурет – *Beauveria bassiana* BScar₂-09 штамы:

А – Сабууро-декстрозды агар (SDA) коректік ортасында колонияның өсуі; В – колонияның астыңғы беті; С – 1×10^7 конидий/мл концентрациясының *T. turkestanii*-ге әсері; D – 1×10^8 конидий/мл концентрациясының *T. turkestanii*-ге әсері; Е – *B. bassiana* конидиялары (споралары)

Бұл зерттеудің нәтижелері *B. bassiana* изоляттарының *T. turkestanii*-ге қарсы тиімді биологиялық бақылаушы агенттер ретінде айтарлықтай әлеуетін көрсетеді. Бұл зиянкес ауыл шаруашылығында кең таралған және экономикалық жағынан қауіпті. Алты түрлі штамм бойынша вируленттіліктің өзгергіштігі штамды дұрыс таңдау қажеттілігін және зиянкестермен күрес бағдарламаларын оңтайландырудың маңыздылығын көрсетеді. Әсіресе, *BScar2-09*, *BL₁(T)-09* және *BCa₃(m)-09* изоляттары 10-шы күнге дейін жоғары концентрацияда (1×10^8 спора/мл) 80%-дан жоғары өлу деңгейін туындатып, ерекше тиімділік танытты.

Өлу деңгейінің дозалық және уақытқа байланысты өзгерістері *B. bassiana*-ның белгілі әрекет ету механизміне сәйкес келеді. Саңырауқұлақ жәндік денесіне кутикула арқылы еніп, ферментативтік деградация мен механикалық қысым арқылы жұқтырады [11]. Споралардың жоғары концентрациясы инфекцияның сәтті таралу ықтималдығын арттырады, ал әсер ету уақытының ұзақтығы саңырауқұлақтың өсуін және үй қожайынының жүйелі түрде колонизациялануын қамтамасыз етеді, бұл соңында өлімге әкеледі. Бұл деректер споралардың жеткілікті шөгіндісін қалыптастыру және олардың қоршаған ортада тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін қолдану стратегияларын оңтайландыру қажеттілігін дәлелдейді, әсіресе далалық жағдайларда [12].

Изоляттар арасындағы вируленттілік айырмашылықтары генетикалық әртүрлілік-пен, ферменттік белсенділіктің ерекшеліктерімен және қоршаған ортаға бейімделуімен байланысты болуы мүмкін. Мысалы, *BScar2-09*, *BL₁(T)-09* және *BK₄-09* изоляттарының жоғары тиімділігі бұл штамдардың кутикула бұзатын протеаздардың жоғары белсенділігі

немесе споралардың өну жылдамдығының жоғары екенін болжайды [13]. Осы изоляттардың молекулярлық және биохимиялық сипаттамасы олардың тиімділігінің механизмдерін анықтауға көмектесіп, биологиялық бақылау стратегияларын дәлдеп жасауға мүмкіндік береді.

B. bassiana-ны биологиялық бақылаушы агент ретінде пайдалану дәстүрлі химиялық пестицидтермен салыстырғанда көптеген артықшылықтарға ие, оның ішінде қоршаған ортаға әсердің азаюы, резистенттіліктің даму қаупінің минималды болуы және интеграцияланған зиянкестермен күрес (IPM) принциптерімен үйлесімділік [14]. Дегенмен, *B. bassiana*-ны IPM бағдарламаларына сәтті енгізу үшін формулалар тұрақтылығы, далалық жағдайларда тұрақтылық және басқа зиянкестермен күрес әдістерімен өзара әрекеттесу сияқты бірқатар мәселелерді шешу қажет. Мысалы, *B. bassiana*-ны басқа биологиялық бақылаушы агенттермен, мысалы, жыртқыш кенелер (*Phytoseiulus persimilis*) немесе энтомопатогенді нематодтар (*Steinernema spp.*) сияқты, біріктіру синергетикалық әсер арқылы жалпы тиімділікті арттыруы мүмкін [15,16].

Тиімді нәтижелерге қарамастан, *B. bassiana* изоляттарын далалық жағдайларда қолдануды оңтайландыру үшін қосымша зерттеулер қажет. Температура, ылғалдылық және ультракүлгін сәулелену сияқты қоршаған орта факторлары саңырауқұлақтың тиімділігіне және тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді [17]. Сонымен қатар, осы изоляттардың әртүрлі агроэкологиялық жағдайларда тиімділігін бағалау және экономикалық тұрғыдан тиімді өндіріс пен қолдану хаттамаларын әзірлеу үшін ауқымды далалық сынақтар қажет. Қазіргі заманғы формулаларды жасау технологиялары, мысалы, микрокапсулалау және ультракүлгін қорғаныш құралдары, *B. bassiana*-ның далалық тиімділігін арттыруға арналған перспективалық жолдарды ашады [18].

Қорытынды. Зерттелген *Beauveria bassiana* штаммдары BScar₂-09, BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 *Tetranychus turkestanii*-ге қарсы жоғары вируленттілік көрсетті, 1×10⁸ спора/мл концентрациясында 10-шы күнге дейін зиянкестердің 88-93% өлімін тудырды. BScar₂-09 штамы 3-ші күнде 32,5±8% өлім деңгейін көрсетіп, ең жылдам әсер етті, ал BL₁(T)-09 және BCa₃(m)-09 ұзақ әсерді көрсетті. Залалдаудың тиімділігі спора концентрациясынан айтарлықтай (p<0,01) тәуелді болды, 1×10⁷-ден 1×10⁸ спора/мл-ге дейінгі концентрацияның артуымен тиімділік артты. Алынған нәтижелер осы штаммдарды түркістандық өрмекші кенеге қарсы биологиялық бақылау үшін пайдаланудың перспективтілігін растайды, бірақ практикалық қолдануға қосымша далалық сынақтар қажет. Басқа тестіленген штамдар орташа тиімділік көрсетті (35-45%), бұл жоғары вирулентті изоляттарды одан әрі іздеуді қажет ететінін көрсетеді.

Қаржыландыру. Зерттеу жұмыстары 2024 жылы Қазақстан Республикасы ауылшаруашылық министрлігінің 2024-2026 жылдарға арналған «Зиянды организмдерді басқару жүйесін жетілдіру және ендіру» (BR 22885887) тақырыбы бойынша ғылыми зерттеулерді бағдарламалық-мақсатты қаржыландыру жобасының аясында жүргізілді.

Әдебиеттер:

[1] Grbić, M., Van Leeuwen T., Clark R. M., Rombauts S., Rouzé P., Grbić V., Van de Peer Y. *The genome of Tetranychus urticae reveals herbivorous pest adaptations.* – Nature, 2011. – Vol. 479, №7374. – P. 487–492. <https://doi.org/10.1038/nature10640>

[2] Zhang, Z.Q. *Mites of greenhouses: Identification, biology, and control.* – CABI Publishing, 2003. ISBN: 9780851995908

[3] Van Leeuwen, T., Vontas J., Tsagkarakou, A., Dermauw, W., & Tirry L. *Acaricide resistance mechanisms in the two-spotted spider mite Tetranychus urticae and other important Acari: A review.* – Insect Biochemistry and Molecular Biology, 2010. – Vol. 40, №8. – P. 563–572. <https://doi.org/10.1016/j.ibmb.2010.06.007>

[4] Hoy, M.A. *Agricultural acarology: Introduction to integrated mite management.* – CRC Press, 2011. ISBN: 9781439837403

- [5] **Hajek, A. E.**, St. Leger R.J. *Interactions between fungal pathogens and insect hosts*. – Annual Review of Entomology, 1994. – Vol. 39, №1. – P. 293–322. <https://doi.org/10.1146/annurev.en.39.010194.001453>
- [6] **Alves, S.B.**, Rossi L.S., Lopes R.B., Tamai M.A., Pereira R.M. *Beauveria bassiana* yeast phase on agar medium and its pathogenicity against *Diatraea saccharalis* (Lepidoptera: Crambidae) and *Tetranychus urticae* (Acari: Tetranychidae). – Journal of Invertebrate Pathology, 2002. – Vol. 81, №2. – P. 70–77. [https://doi.org/10.1016/S0022-2011\(02\)00134-7](https://doi.org/10.1016/S0022-2011(02)00134-7)
- [7] **Faria, M.R.**, & Wraight S. P. *Biological control of Bemisia tabaci with fungi*. – Crop Protection, 2001. – Vol. 20, №9. – P. 767–778. [https://doi.org/10.1016/S0261-2194\(01\)00110-7](https://doi.org/10.1016/S0261-2194(01)00110-7)
- [8] **Gabarty, A.**, Mohamed A.A., Mahmoud M.H., & Ebrahim A. E. *Pathogenicity induced by the entomopathogenic fungi Beauveria bassiana and Metarhizium anisopliae in Agrotis ipsilon (Hufn.)*. – Journal of Radiation Research and Applied Sciences, 2014. – Vol. 7, №1. – P. 95–100. <https://doi.org/10.1016/j.jrras.2013.12.003>
- [9] **Goettel, M.S.**, Inglis G.D. *Fungi: Hyphomycetes*. – In: Lacey, L. A. (Ed.), Manual of techniques in insect pathology. – Academic Press, 1997. – P. 213–249. ISBN: 9780124325555
- [10] **Ortiz-Urquiza, A.**, Keyhani N.O. *Stress response signaling and virulence: Insights from entomopathogenic fungi*. – Current Genetics, 2016. – Vol. 62, №1. – P. 59–65. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0525-8>
- [11] **Mascarin, G.M.**, Jaronski S.T. *The production and uses of Beauveria bassiana as a microbial insecticide*. – World Journal of Microbiology and Biotechnology, 2016. – Vol. 32, №11. – P. 177. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- [12] **Ortiz-Urquiza, A.**, Luo Z., Keyhani N.O. *Improving mycoinsecticides for insect biological control*. – Applied Microbiology and Biotechnology, 2015. – Vol. 99, №3. – P. 1057–1068. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-6243-5>
- [13] **Glare, T.**, Caradus J., Gelernter W., Jackson T., Keyhani N., Köhl J., Stewart A. *Have biopesticides come of age?* – Trends in Biotechnology, 2012. – Vol. 30, №5. – P. 250–258. <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2012.02.003>
- [14] **Koppenhöfer, A.M.**, Kaya H.K. *Additive and synergistic interactions between entomopathogenic nematodes and Bacillus thuringiensis for scarab grub control*. – Biological Control, 1997. – Vol. 8, №2. – P. 131–137. <https://doi.org/10.1006/bcon.1996.0507>
- [15] **van Lenteren, J.C.**, Bolckmans K., Köhl J., Ravensberg W. J., Urbaneja A. *Biological control using invertebrates and microorganisms: Plenty of new opportunities*. – BioControl, 2018. – Vol. 63, №1. – P. 39–59. <https://doi.org/10.1007/s10526-017-9801-4>
- [16] **Rangel, D.E.**, Braga G.U., Fernandes É.K., Keyser C.A., Hallsworth J. E., & Roberts D. W. *Stress tolerance and virulence of insect-pathogenic fungi are determined by environmental conditions during conidial formation*. – Current Genetics, 2015. – Vol. 61, №3. – P. 383–404. <https://doi.org/10.1007/s00294-015-0477-z>
- [17] **Keswani, C.**, Prakash O., Bharti N., Vilchez J. I., Sansinenea E., Lally R. D., Singh H. B. *Re-addressing the biosafety issues of fungal biocontrol agents for sustainable agriculture*. – Frontiers in Microbiology, 2020. – Vol. 11. – Article 2015. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.00201>

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ ГРИБА *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. ПРОТИВ ТУРКЕСТАНСКОГО ПАУТИННОГО КЛЕЩА (*TETRANYCHUS TURKESTANI*) В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ

Ташигул Н.Е.*, магистр естественных наук
Адилханқызы А., магистр сельскохозяйственных наук
Шисенбаева Н.Ж., магистр естественных наук
Касымов А.А., магистрант 2 курса по ОП 7М08104 «Защита растений и карантин»
Алпысбаева К.А., PhD
Успанов А.М., кандидат биологических наук

ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений им. Ж.Жиембаева», г. Алматы, Казахстан

Аннотация. Туркестанский паутинный клещ (*Tetranychus turkestanii*) – опасный вредитель, наносящий значительный ущерб сельскохозяйственным культурам и являющийся причиной значительных экономических потерь на мировом уровне. В данном исследовании была оценена эффективность шести штаммов энтомопатогенного гриба *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., изолированных из различных регионов Южного Казахстана, против *T. turkestanii*. Штаммы были выращены на питательной среде Сабуро (SDA), и готовились суспензии конидий с концентрациями 1×10^7 и 1×10^8 спор/мл. В состав суспензии был добавлен поверхностно-активный агент – 0,1% Tween 80. После заражения, показатели смертности клещей были зарегистрированы на 5-й, 7-й и 10-й день, и оценивалась биологическая активность штаммов. Результаты показали значительные различия в патогенной активности исследуемых штаммов. Штаммы BScar₂-09, BL₁(т)-09 и BCa₃(m)-09 продемонстрировали наибольшую эффективность, при этом самая высокая концентрация, прошедшая испытания, вызвала более 80% смертности паутинных клещей. Выявлена положительная корреляция между продолжительностью воздействия и уровнем смертности клещей. Полученные данные свидетельствуют о перспективности применения штаммов *B. bassiana* в биологической борьбе с *T. turkestanii*. Однако для практического применения этих результатов необходимо оптимизировать условия применения изолированных штаммов в полевых условиях и провести дополнительные исследования по интеграции их в системы защиты растений.

Ключевые слова: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, биологический контроль, штамм, патоген.

EVALUATION OF THE BIOLOGICAL EFFICACY OF THE FUNGUS *BEAUVERIA BASSIANA* (BALS.) VUILL. AGAINST THE TURKESTAN SPIDER MITE (*TETRANYCHUS TURKESTANI*) UNDER LABORATORY CONDITIONS

Tashigul N.E. *, Master of Natural Sciences

Adilkhankyzy A., Master of Agricultural Sciences

Shissenbayeva N.Zh., Master of Natural Sciences

Kassymov A.A., Master's degree 2 year 7M08104 "Plant Protection and Quarantine".

Alpysbayeva K.A., PhD

Uspanov A.M., Candidate of Biological Sciences

«Kazakh research Institute of plant protection and quarantine after named Zh. Zhiembayev» LLP, Almaty city, Kazakhstan

Annotation. The Turkestan spider mite (*Tetranychus turkestanii*) is a dangerous pest that causes significant damage to agricultural crops and leads to considerable economic losses on a global scale. This study evaluated the efficacy of six strains of the entomopathogenic fungus *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill., isolated from different regions of South Kazakhstan, against *T. turkestanii*. The strains were cultured on Sabouraud dextrose agar (SDA), and conidial suspensions were prepared at concentrations of 1×10^7 and 1×10^8 spores/ml. A 0.1% Tween 80 surfactant was added to the suspension. After inoculation, mite mortality rates were recorded on days 5, 7, and 10, and the biological activity of the strains was assessed. The results revealed significant differences in the pathogenic activity of the tested strains. The BScar₂-09, BL₁(t)-09, and BCa₃(m)-09 strains showed the highest efficacy, with the highest concentration tested causing more than 80% of spider mites died. A positive correlation was found between the exposure duration and mite mortality rate. The obtained data suggest the potential for using *B. bassiana* strains in the biological control of *T. turkestanii*. However, to apply these results in practice, further studies are required to optimize the field application conditions of the isolated strains and to integrate them into integrated plant protection systems.

Keywords: *Beauveria bassiana*, *Tetranychus turkestanii*, biological control, strain, pathogen.

THERMALLY MODIFIED BENTONITE CLAY AS A WATER-RETAINING MATERIAL FOR SOILS

Karzhaubayeva A.K.^{1,2}, 2nd-year PhD student in the program 8D07109 “Innovative Technologies and New Inorganic Materials” karzhaubayeva00@bk.ru, <https://orcid.org/0009-0001-0049-2186>

Beisebekov M.M.^{1*}, PhD, Senior Researcher

beisebekov1987@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6386-4605>

Shaimardan E.², PhD, Senior Researcher

esbol_shay@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3173-0220>

Nauryzova S.Z.¹, PhD, Associate Professor

s.nauryzova@satbayev.university, <https://orcid.org/0000-0002-3012-7817>

Kabdrakhmanova S.K.¹ Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

sanaly33@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5760-2967>

¹*Satbayev University (Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev), Almaty, Kazakhstan*

²*Scientific Center for Composite Materials LLP, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The impact of thermal treatment on the properties of bentonites from the Kalzhat and Orta Tentek deposits was examined. The samples were analyzed using XRD, XRF, TGA/DSC, and low-temperature nitrogen adsorption (BET) before and after heating at temperatures ranging from 100 to 900°C. Moderate heating at 200–300°C removes physically adsorbed water and part of the interlayer water without affecting the layered structure of montmorillonite, which retains its specific surface area, water-holding capacity, and cation-exchange capacity.

In the 400–600°C range, dehydroxylation and interlayer collapse occur, resulting in a decrease in specific surface area and the loss of exchange sites. At 700–900°C, high-temperature silica and aluminosilicate phases form, and the porosity approaches zero. The comparison of the two deposits reveals that the Orta Tentek bentonites undergo structural degradation earlier than the Kalzhat bentonites, with the latter exhibiting greater resistance to degradation during the initial stages of heating.; However, at elevated temperatures, both materials cease to perform their agronomic functions. To utilize them as soil conditioners, it is recommended to restrict the treatment to a temperature range of 200–300°C, with brief exposure times, followed by granulation. It is crucial to avoid temperatures exceeding 400–600°C and to completely exclude temperatures above 700–900°C. These conditions ensure a sanitary pretreatment without compromising the soil's moisture retention or cation exchange capacity. This approach is particularly suitable for sandy and sandy-loam soils in the arid regions of Kazakhstan.

Keywords: bentonite; thermo treatment; porosity; moisture retention; cation exchange capacity; soil conditioner.

Introduction. A current problem in agriculture is the low water-holding capacity and fertility of light soils (sandy and sandy-loam), especially in degraded agroecosystems. Such soils retain water and nutrients poorly and dry out quickly, which reduces yields and plant drought tolerance. Under a changing climate with frequent droughts, it is important to find effective ways to increase soil water retention and cation-exchange capacity to supply crops with water and nutrients during critical growth periods. One promising approach is the use of natural clay materials as soil “conditioners.” In particular, bentonite clays, which are smectites rich in montmorillonite, can markedly improve the hydro-physical properties of light soils due to their high sorption capacity and swelling structure [1–3]. Studies show that adding bentonite to sandy soils increases their water-holding capacity and available water content and reduces percolation losses, leading to better

moisture in the root zone and lower drought stress in plants [4–5,8]. Bentonite also provides additional exchange sites for retaining nutrient cations (K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} , etc.), thereby enriching the soil with plant-available forms of nutrients and reducing leaching [8–10].

Kazakhstan has significant bentonite reserves, including the Kalzhat and Orta-Tentek deposits [6–7]. These are of interest as local mineral feedstocks for soil amelioration. Using local bentonites as a soil amendment can reduce dependence on imported materials and lower the cost of soil fertility improvement. However, natural bentonites have specific features: they swell strongly upon wetting and can cause over-compaction or soil cracking upon drying [9]. Therefore, methods for preliminary modification of clays are relevant to optimize their properties for use as soil conditioners.

One option for preliminary modification is thermal treatment, that is, heating the clay to defined temperatures to change its structure and properties. Thermal treatment can partially dehydrate and decationate montmorillonite, reduce excessive swelling, and disinfect the material [10]. Excessively high temperatures, however, can destroy the smectite lattice and sharply reduce its cation-exchange capacity and ability to retain water. It is therefore important to select an optimal temperature regime that improves handling properties (flowability, uniformity) without losing the clay's beneficial functions as a soil structure former.

Understanding how temperature affects the structure and functions of bentonite clay is essential for developing effective soil conditioners. Montmorillonite clay has a 2:1 layered structure that contains interlayer water molecules and mobile cations [12–13]. Upon heating, dehydration proceeds stepwise: at about 100 °C, adsorbed interlayer water is removed, which is usually reversible upon rewetting [6–7,10]. Further heating to about 300–400 °C removes more strongly bound water and initiates dehydroxylation, the loss of structural hydroxyls from the octahedral sheets [14]. This process intensifies above 500 °C and is irreversible, involving the breakdown of OH groups and the smectite lattice, which leads to interlayer collapse and loss of swelling and cation retention [15].

According to the literature, heating bentonite to about 600°C causes montmorillonite diffraction reflections to disappear, indicating the loss of an ordered layered structure [16]. Complete smectite destructuring occurs at about 800–900°C. The clay loses crystallinity, becomes amorphous, and nearly completely loses cation-exchange capacity [14]. At the same time, specific surface area and porosity drop sharply because small meso- and micropores sinter during high-temperature treatment [13,19]. By contrast, moderate heating in the 100–300°C range mainly removes moisture and organic impurities and has little effect on specific surface area. Thus there is a temperature threshold below which thermal treatment does not cause irreversible damage to the smectite structure.

Studies [14,16–17] indicate that the critical range for thermal modification is around 500°C. Further temperature increases cause irreversible changes (layer breakdown and loss of interlayer adsorption properties). It is therefore necessary to determine optimal temperatures for thermal modification when bentonites are used as soil conditioners.

The aim of our study is to determine the optimal temperature for thermal modification of bentonites from the Kalzhat and Orta Tentek deposits for application as soil improvers for light soils in Kazakhstan. We focus on how calcination temperature affects key properties that control the conditioning effect, namely water-holding capacity, porosity, swelling, cation exchange, and the associated structural transformations.

Materials and methods. Bentonite clays from the Kalzhat deposit in Almaty Region, Kazakhstan, and the Orta Tentek deposit in the Alakol District of Zhetisu Region, Republic of Kazakhstan, were used in this study [6–7]. Sample preparation included grinding in a ball mill to a particle size of 0.08 mm and pre-drying at 70 °C to remove moisture.

A comprehensive characterization was performed to obtain physicochemical and structural-phase information on the Kalzhat and Orta Tentek bentonites, including their elemental composition, chemical structure, morphology, phase composition, and sorption properties. The

following methods were employed: elemental analysis by improved EDXRF on a Rigaku NEX CG II with polarized X-rays (elemental range Na to U; X-ray tube 50 kV/50 W or 65 kV/100 W); X-ray diffraction (XRD) for crystalline structure using an X'Pert PRO diffractometer with CuK α radiation; porosity by low-temperature nitrogen adsorption (BET); and thermal analysis by thermogravimetry on a synchronous thermal analyzer SKZ1060A at a heating rate of 5 °C min⁻¹ in air.

Thermal treatment of clays. Bentonite clays were subjected to thermal treatment at different temperature conditions: 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C and 900°C. For this purpose, the samples were placed in a muffle furnace (SNOL 8.2/1100 LSC 01, Lithuania) and heated at a constant rate (5–10°C/min) to the target temperature. The holding time at each temperature was 2 hours. After heating, the samples were cooled to a temperature of 230°C, under conditions of a slow temperature decrease. The scheme of the thermal treatment of clays is shown in Fig.1.



Figure 1 – Scheme of thermal modification of bentonite clays

Results and discussion. The TGA and DSC have allowed to study the thermal behavior of bentonites from the Kalzhat and Orta Tentek deposits. The results obtained revealed key changes in mass and thermal effects caused by dehydration, dehydroxylation and destruction of the montmorillonite structure at different temperatures.

TGA–DSC of Kalzhat bentonites shows (Fig.2) three thermal regions. Below 200°C, a 2–4% mass loss with an endothermic effect corresponds to desorption of physically adsorbed water. Between 200 and 500°C, a further 3–6% loss occurs due to montmorillonite dehydration and removal of organics, accompanied by an exothermic peak near 300–400°C. Above 500°C, an endothermic peak at 500–700°C indicates dehydroxylation with an additional 1–2% loss and the onset of lattice breakdown. The total mass loss decreases with higher heat treatment temperature, and the clay is stable up to about 400°C, with gradual structural degradation at higher temperatures.

For Orta Tentek bentonites, TGA–DSC shows (fig.3) the same three thermal stages as Kalzhat but with stronger mid-temperature responses. Below 200 °C, an endothermic effect corresponds to removal of adsorbed water.

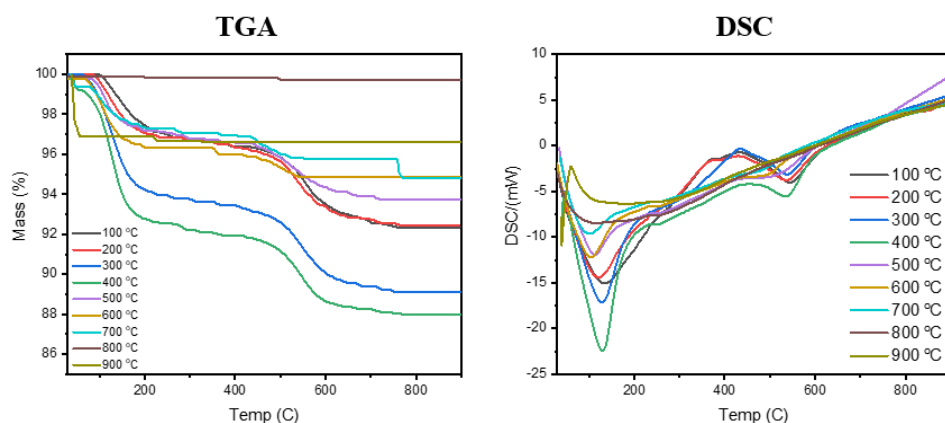


Figure 2 – TGA and DSC curves of thermally modified Kalzhat clay

Between 200 and 500 °C, mass loss reaches 4–7% (higher than Kalzhat), consistent with greater organics and hydrophilicity; this stage features an exothermic peak at 300–400 °C. Above 500 °C, dehydroxylation of montmorillonite dominates, producing an endothermic effect at 500–700 °C and a slower mass decrease. Thermal effects are generally more pronounced than in Kalzhat, indicating higher thermal activity of Orta Tentek clays.

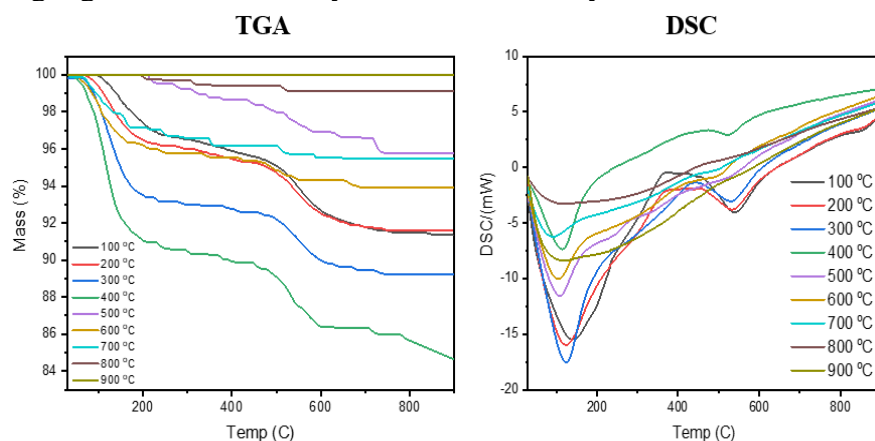


Figure 3 – TGA and DSC curves of thermally modified Orta Tentek clay

A comparative analysis of the thermal behavior of the two deposits showed that the Kalzhat and Orta Tentek bentonites have similar trends in mass changes and thermal effects. However, the Orta Tentek bentonites are characterized by greater mass loss in the medium temperature range (200–500°C) and more intense thermal effects, which is due to the peculiarities of their chemical composition. These differences determine the need to optimize the temperature regimes of thermal treatment for each deposit, which will ensure the preservation of their functional characteristics and increase their suitability for various industrial applications.

From an agrochemical standpoint, the Orta Tentek bentonites exhibit higher hydrophilicity and a greater content of oxidizable organic impurities, which under moderate thermal treatment enhances their ability to retain moisture and nutrient cations. Overheating beyond the dehydroxylation range reduces swelling and the number of active exchange sites, thereby diminishing the retention of ammonium, potassium, and other micronutrients. Accordingly, to preserve functionality, temperatures of 250–350 °C should be used for Orta Tentek, whereas 300–400 °C is sufficient for Kalzhat bentonite. These conditions maintain the montmorillonite structure and the suitability of these clays as soil conditioners.

The Brunauer, Emmett and Teller (BET) method was used to assess changes in the porous structure and adsorption properties of bentonite clays from the Kalzhat deposit as a result of thermal treatment. Nitrogen adsorption-desorption isotherms obtained at treatment temperatures from 100 to

900°C made it possible to determine the specific surface area, volume and pore size distribution.

Figure 4 shows that the original Kalzhat bentonite sample (A) exhibits a high specific surface area of 73.99 m²/g and well-defined hysteresis loops, indicating the presence of an extensive mesoporous structure. These mesopores play a key role in the adsorption of large molecules and capillary retention of moisture, making the starting material ideal for use in processes requiring high adsorption activity, such as water and air purification or catalysis.

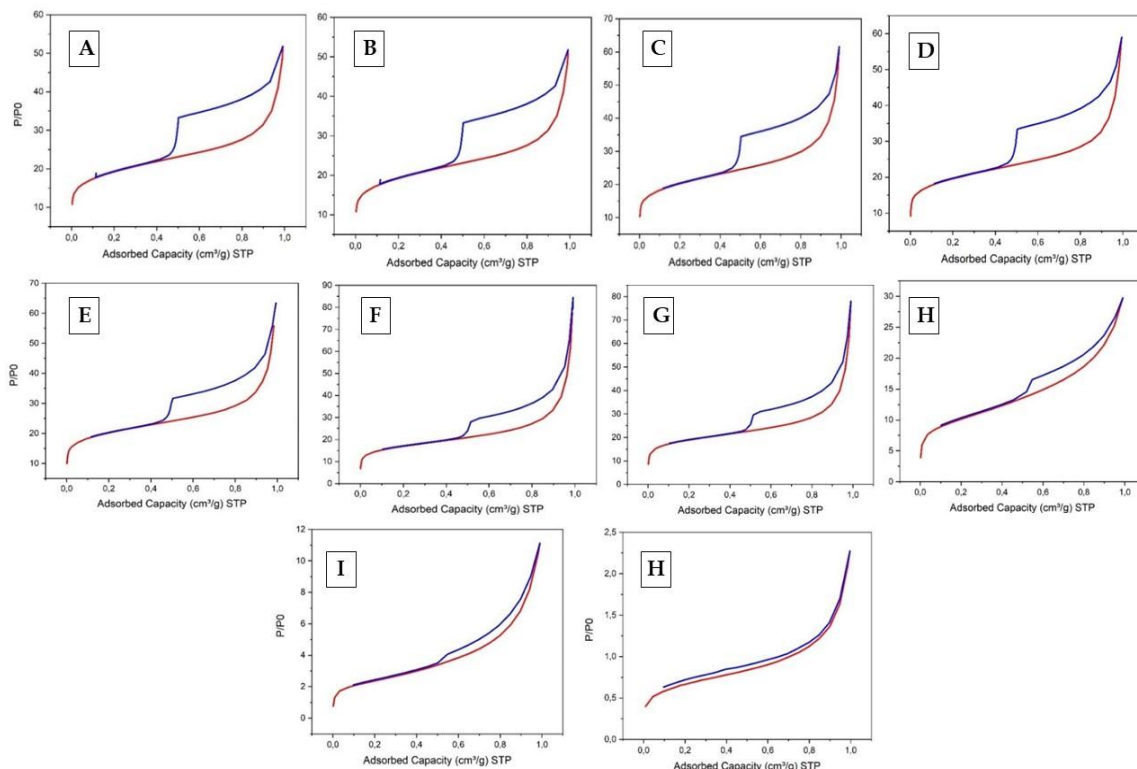


Figure 4 – BET analysis curves of the initial and thermally modified bentonite clay of the Kalzhat deposit: A – initial, B – 100°, C – 200°, D – 300°, E – 400°, F – 500°, G – 600°, H – 700°, I – 800°, J – 900°

However, when the bentonite processing temperature is increased to 900°C (B–J), a significant narrowing and reduction in the severity of the hysteresis loops is observed, indicating a decrease in the number and size of accessible pores. This phenomenon can be interpreted as a compaction of the porous structure due to the destruction of interpore bonds and changes in the chemical structure of the material under the influence of high temperatures. The significant decrease in specific surface area to 2.39 m²/g, as indicated in the data in Table 1, confirms the decrease in adsorption capacity and the loss of functionality of the material. These changes can significantly limit the use of bentonite in applications where high adsorption characteristics are required, such as filtration and catalysis, especially in cases where the efficiency of the process depends on the size and accessibility of the pores.

Table 1 – Parameters of the porous structure of the initial and thermally modified bentonite of the Kalzhat deposit according to the adsorption isotherm data

Name of sample	BET multi-point method, specific surface, m ² /g	Pore size distribution, nm	Volume of pore		Pore surface area	
			cm ³ /g	%	cm ³ /Γ	%
1	2	3	4	5	6	7

1	2	3	4	5	6	7	
Initial	73,9857	micro-	0,35-2	0,0204	46,61	46,663	61,54
		meso-	2-10	0,02	44,56	28,2154	37,21
			10-50	0,0042	8,83	0,9486	1,25
		Thermally modified 100°C	72.9001	micro -	0,35-2	0,0196	24,40
meso -	2-10			0,0239	29,64	31,3450	38,49
			10-50	0,0229	17,57	4,5706	5,61
Thermally modified 200°C	72,1023	micro -	0,35-2	0,0198	23,48	45,7186	54,92
		meso -	2-10	0,0241	28,98	31,3457	38,45
			10-50	0,0232	15,58	4,5706	5,61
Thermally modified 300°C	70,9352	micro -	0,35-2	0,0196	21,84	44,9512	54,77
		meso -	2-10	0,0240	26,76	30,8557	37,60
			10-50	0,0238	26,50	4,9360	6,01
Thermally modified 400°C	73,354	micro -	0,35-2	0,0195	20,20	45,5808	55,09
		meso -	2-10	0,0238	24,71	30,3950	36,73
			10-50	0,0303	31,36	5,5554	6,71
Thermally modified 500°C	61,1844	micro -	0,35-2	0,0144	11,58	33,4311	47,55
		meso -	2-10	0,0224	17,99	26,5815	37,81
			10-50	0,0366	29,42	7,5079	10,68
Thermally modified 600°C	68,8874	micro -	0,35-2	0,0181	14,80	42,3284	53,63
		meso -	2-10	0,0221	18,11	27,0792	34,31
			10-50	0,0341	27,94	6,9218	8,77
Thermally modified 700°C	36,3501	micro -	0,35-2	0,0045	9,95	10,6906	27,79
		meso -	2-10	0,0214	47,45	23,9302	62,20
			10-50	0,0188	42,00	3,8495	10,01
Thermally modified 800°C	8,4459	micro -	0,35-2	0,0005	15,84	1,2235	41,59
		meso -	2-10	0,0061	37,38	6,0720	69,92
			10-50	0,0089	54,16	1,8265	21,03
Thermally modified 900°C	2,3901	micro	0,35-2	0,0002	1,52	0,7248	8,55
		meso -	2-10	0,0011	33,36	1,3962	47,46
			10-50	0,0017	50,80	0,3223	10,96

Figure 5 shows a similar trend for bentonites from the Orta Tentek deposit, where the original sample (A) also shows a hysteresis loop, but with a specific surface area of 65.62 m²/g, which is lower than that of Kalzhat. This may indicate a smaller number or smaller size of mesopores in the original initial. With increasing processing temperature, the hysteresis loops decrease and by 900°C they practically disappear, which is accompanied by a decrease in the specific surface area to 6.32 m²/g, as shown in Table 2. This significant reduction in porosity indicates serious structural changes that worsen the adsorption properties of the material. Such a radical reduction in porosity makes these bentonites less suitable for applications requiring high adsorption capacity and porosity, such as sorbents and catalysts in the chemical industry.

Thus, the changes in the adsorption-desorption isotherms and the corresponding changes in the specific surface area for both deposits show that high processing temperatures lead to a significant reduction in porosity.

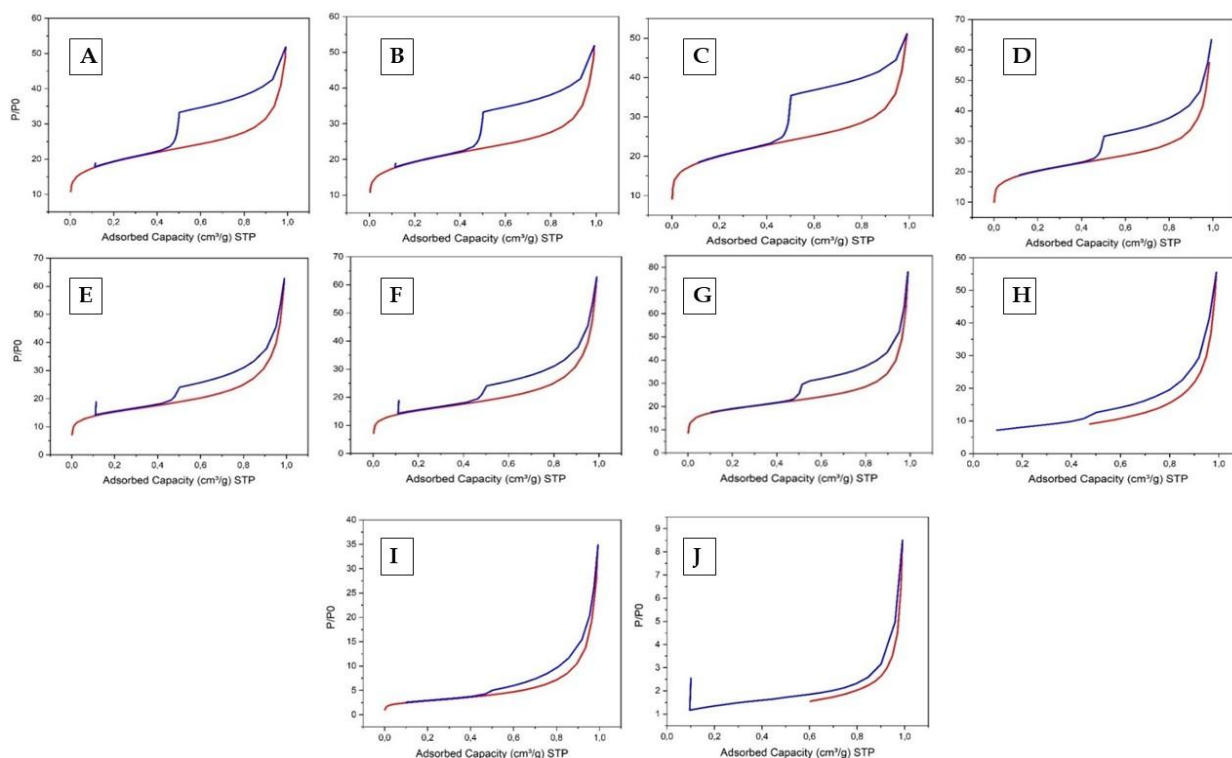


Figure 5 – BET curves of analysis of the initial and thermally modified bentonite clay of the Orta Tentek deposit: A – initial, B – 100°, C – 200°, D – 300°, E – 400°, F – 500°, G – 600°, H – 700°, I – 800°, J – 900°

This narrowing and loss of pores affects the functional properties of the material, limiting its use in industrial adsorption and catalytic processes. These data highlight the need for careful control of temperature conditions in bentonite processing processes to optimize their porous and functional properties.

Table 2 – Parameters of the porous structure of the initial and modified bentonite of the Orta Tentek deposit according to the adsorption isotherm data

Name of sample	BET multi-point method, specific surface, m ² /g	Pore size distribution, nm		Volume of pore		Pore surface area	
				cm ³ /g	%	cm ³ /g	%
1	2	3		4	5	6	7
Initial	65,6156	micro-	0,35-2	0,0204	45,73	46,663	61,54
		meso-	2-10	0,02	44,87	28,2154	37,21
			10-50	0,0042	9,4	0,9486	1,25
Thermally modified 100°C	72.9001	micro -	0,35-2	0,0206	25,04	46,6364	54,83
		meso -	2-10	0,0252	30,68	33,3753	37,21
			10-50	0,0146	17,79	4,2443	1,25
Thermally modified 200°C	72.4589	micro -	0,35-2	0,0204	24,89	46,4624	55,18
		meso -	2-10	0,0245	29,96	32,4267	38,51
			10-50	0,0224	27,34	4,4243	5,25
Thermally modified 300°C	73,1803	micro -	0,35-2	0,0199	19,35	45,3046	46,53
		meso -	2-10	0,0261	46,35	46,7104	47,97
			10-50	0,0265	22,62	4,7246	4,85
Thermally modified 400°C	73,0691	micro -	0,35-2	0,0210	20,52	47,2979	54,86
		meso -	2-10	0,0249	24,34	31,3672	36,38
			10-50	0,0314	30,72	6,2186	7,21

1	2	3	4	5	6	7	
Thermally modified 500°C	60,0884	micro -	0,35-2	0,0148	14,87	34,6284	50,38
		meso -	2-10	0,0223	22,35	25,8989	37,68
			10-50	0,0318	31,88	6,5170	9,48
Thermally modified 600°C	55,3211	micro -	0,35-2	0,0127	13,23	29,8919	47,89
		meso -	2-10	0,0211	21,95	23,9306	38,34
			10-50	0,0384	40,0	7,3341	11,75
Thermally modified 700°C	48,256	micro -	0,35-2	0,0096	13,23	28,8989	45,89
		meso -	2-10	0,0208	21,95	24,0306	39,34
			10-50	0,0375	40,0	7,3261	12,55
Thermally modified 800°C	10,1214	micro -	0,35-2	0,0006	1,20	1,4006	11,26
		meso -	2-10	0,0066	13,45	5,6215	45,19
			10-50	0,0207	42,10	4,2057	33,81
Thermally modified 900°C	6,3235	micro -	0,35-2	0,0015	1,20	1,3058	10,33
		meso -	2-10	0,0056	13,45	5,6713	46,18
			10-50	0,0045	42,10	4,3058	35,83

The mesoporous structure enables capillary water retention and reversible ion sorption. Heating at elevated temperatures reduces the specific surface area and narrows the hysteresis loop, weakening these properties. TGA/DSC and BET measurements show that moderate thermal treatment is most effective: unstable oxidizable impurities are removed while the mesopore volume remains essentially unchanged. BET analysis confirms that the temperatures identified as optimal from TGA/DSC for Orta Tentek and Kalzhat bentonites preserve moisture-retention capacity and cation-exchange activity, which substantially improves their performance in soil mixtures.

It has been established that thermally modified clays from the Kalzhat and Orta Tentek deposits have a complex oxide mineral composition, including silicon, aluminum, magnesium, calcium, iron and other elements, data on which are given in Tab.3 and 4. The main components of both clays remain silicon (SiO₂) and aluminum (Al₂O₃) oxides, the content of which varies depending on the processing temperature.

Detailed analysis of the elemental composition of Kalzhat clay (Tab1) reveals significant changes in the chemical composition under the influence of thermal treatment in the range from 100°C to 900°C, which significantly affects the structural and functional properties of the clay. Silicon dioxide, which is the main component, shows resistance to thermal effects, with a slight increase in content from 67.6% to 69.7% at 900°C. This indicates the preservation of the silica matrix, which is critical for maintaining the structural integrity of the clay at the molecular level.

Table 3 - Results of X-ray fluorescence analysis of the initial and thermally modified bentonites of the Kalzhat deposit

Composition % by weight	Initial Kalzhat clay	Thermally modified Kalzhat clay, °C								
		100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
SiO ₂	67,6	69,1	69,4	69,3	69,4	69,6	69,2	69,2	69,6	69,7
Al ₂ O ₃	18,1	18,5	18,0	18,4	18,5	18,6	18,7	18,7	18,9	19,3
Fe ₂ O ₃	7,43	6,26	6,84	6,55	6,69	6,32	6,37	6,60	6,05	5,87
MgO	1,86	2,18	1,48	1,93	1,51	1,73	1,89	1,64	1,70	1,76
S	1,65	0,741	0,820	0,710	0,314	0,715	0,739	0,698	0,683	0,313
CaO	1,46	1,49	1,65	1,43	1,48	1,45	1,43	1,49	1,40	1,39
TiO ₂	0,94	0,835	0,879	0,842	0,852	0,835	0,839	0,879	0,819	0,853
K ₂ O	0,55	0,527	0,546	0,523	0,521	0,516	0,518	0,544	0,513	0,554
P ₂ O ₅	0,132	0,118	0,130	0,121	0,126	0,113	0,116	0,112	0,118	0,112

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Mn	0,0435	0,0295	0,0339	0,0285	0,0398	0,0276	0,0280	0,0299	0,0291	0,0287
V	0,0321	0,0154	0,0202	0,0196	0,0188	0,0166	0,0155	0,0173	0,0154	0,0154
Co	0,0212	0,0170	0,0159	0,0124	0,0176	0,0158	0,0157	0,0163	0,0154	0,0166
Ni	0,0116	0,0061	0,0077	0,0078	0,0084	0,0062	0,0062	0,0072	0,0131	0,0120
Cr	0,0088	0,0065	0,0074	0,0068	0,0076	0,0067	0,0069	0,0087	0,0278	0,0286
Cu	0,0085	0,0051	0,0059	0,0055	0,006	0,0055	0,0054	0,0059	0,0062	0,0058
Cl	0,0084	0,0100	0,0093	0,0102	0,0091	0,0054	0,0052	0,0054	0,0110	0,0027
Zn	0,0061	0,0037	0,0051	0,0037	0,0039	0,0036	0,0034	0,0038	0,0034	0,0033
Ga	0,0045	0,0027	0,0030	0,0029	0,0029	0,0026	0,0026	0,0028	0,0025	0,0022
Y	0,0038	0,0024	0,0025	0,0024	0,0027	0,0019	0,0022	0,0015	0,0017	0,0014
Te	0,0037	0,0031	0,0042	0,0028	0,0027	0,0011	0,0016	0,0017	0,0013	0,0009
As	0,0014	0,0008	0,0009	0,0007	0,0011	0,0008	0,0009	0,0009	0,0009	0,0007
Se	0,0008	0,0005	0,0006	0,0005	0,0004	0,0005	0,0004	0,0003	0,0002	0,0002
Ag	0,0007	0	0,0017	0,0008	0,295	0,0003	0,0004	0,0003	0,0003	0,0002

X-ray fluorescence analysis results of bentonites from the Orta Tentek deposit, subjected to heat treatment in the range from 100°C to 900°C, highlight significant changes in the chemical composition that affect the structural and functional characteristics of the material.

Table 4 – Results of X-ray fluorescence analysis of the initial and thermally modified bentonites of the Orta Tentek deposit

Composition, % by weight	Initial Orta Tentek clay	Thermally modified Orta Tentek clay								
		100°C	200°C	300°C	400°C	500°C	600°C	700°C	800°C	900°C
SiO ₂	67,6	67,3	68,1	69,5	69,5	69,6	68,6	68,9	69,3	67,9
Al ₂ O ₃	18,1	18,0	18,0	17,9	17,9	17,9	17,7	17,8	17,7	17,8
Fe ₂ O ₃	7,43	8,15	7,47	6,60	6,60	6,57	7,23	6,57	6,66	7,45
MgO	1,86	2,06	1,89	1,70	1,86	1,72	1,97	2,09	2,00	2,02
S	1,65	0,0026	0,0015	0,683	0,567	0,670	0,747	0,718	0,749	0,483
CaO	1,46	1,96	1,99	1,99	1,91	1,97	2,06	2,16	1,96	2,67
P ₂ O ₅	0,132	0,154	0,168	0,135	0,128	0,115	0,122	0,117	0,137	0,129
K ₂ O	0,55	0,574	0,589	0,526	0,519	0,521	0,543	0,584	0,533	0,528
TiO ₂	0,94	0,855	0,879	0,780	0,779	0,791	0,802	0,849	0,782	0,806
Mn	0,0435	0,0448	0,0431	0,0383	0,0408	0,0417	0,0425	0,0433	0,0412	0,0492
V	0,0321	0,0198	0,0194	0,0212	0,0223	0,0210	0,0211	0,0222	0,0196	0,0227
Co	0,0212	0,0219	0,0210	0,0133	0,0104	0,0109	0,0128	0,0151	0,0151	0,0164
Ni	0,0116	0,0076	0,0076	0,0077	0,0072	0,0066	0,0075	0,0086	0,0155	0,0130
Cr	0,0088	0,0069	0,0070	0,0063	0,0061	0,0061	0,0064	0,0096	0,0308	0,0221
Cu	0,0085	0,0063	0,0061	0,0048	0,0054	0,0050	0,0055	0,0069	0,0059	0,0058
Cl	0,0084	0,0125	0,0155	0,0087	0,0079	0,0069	0,0079	0,0051	0,0356	0,0052
Zn	0,0061	0,0041	0,0042	0,0036	0,0035	0,0041	0,0038	0,0051	0,0036	0,0040
Ga	0,0045	0,0032	0,0030	0,0027	0,0026	0,0026	0,0026	0,0024	0,0024	0,0025
Y	0,0038	0,0030	0,0030	0,0026	0,0026	0,0026	0,0024	0,0015	0,0017	0,0017
Te	0,0037	0,0010	0,0010	0,0029	0,0025	0,0024	0,0018	0,0008	0	0,0016
As	0,0014	0,0082	0,0080	0,0015	0,0020	0,0016	0,0026	0,0016	0,0019	0,0034
Se	0,0008	0,0012	0,0010	0,0008	0,0008	0,0008	0,0007	0,0005	0,0004	0,0003
Ag	0,0007	0,0008	0,0008	0,0008	0,0006	0,0005	0,0004	0,0002	0,0003	0,0003

The main component, silicon dioxide, shows little fluctuation in concentration, maintaining a level between 67.6% and 67.9% at maximum temperature, indicating its thermal stability. Aluminum oxide remains constant at about 18%, indicating the stability of the aluminosilicate structure. The noticeable increase in calcium oxide, growing from 1.46% to 2.67%, may reflect the

formation of new calcium compounds at high temperatures. At the same time, fluctuations in iron oxide content from 7.43% to 7.45%, with minimum values at medium temperatures, highlight the oxidation-reduction processes occurring in iron-containing minerals. Microelements such as manganese and vanadium show stability in their content, which is important for maintaining certain physical and chemical properties of clay.

Both bentonites have an aluminosilicate composition. In the Orta Tentek bentonite, CaO increases to 2.67 wt% while Fe₂O₃ remains nearly constant at 7.43–7.45 wt%. This matrix configuration under heating supports a pore structure that favors capillary water retention and the reversible sorption of nutrient ions. An increase in CaO after thermal treatment may moderately enhance buffering and cation-exchange properties in soil blends.

The XRD analysis of thermally treated bentonites from the Kalzhat and Orta Tentek deposits allowed to study in detail the changes in their crystal structure at different processing temperatures and to identify key patterns of phase transformations (Figures 5 and 6). The initial composition of both samples is characterized by the dominant presence of montmorillonite, which is confirmed by the presence of intense reflections in the region of $2\theta \approx 6\text{--}10^\circ$, corresponding to the basal distance (d001) of this mineral. In addition to montmorillonite, the initial samples show peaks of quartz (SiO₂) at $2\theta \approx 26.6^\circ$, weak signals of feldspars, also impurity phases such as calcite and small amounts of iron-containing compounds, including hematite. XRD records the gradual transformation of bentonites. At 200–300 °C, the basal reflection of montmorillonite weakens and shifts to a higher 2θ angle due to dehydration and densification of the layers. The signals of quartz and feldspar are also enhanced. At 400–600 °C, a degradation peak occurs due to dehydroxylation and the formation of an amorphous component. Above 700 °C, mullite and cristobalite form, and montmorillonite peaks no longer exist, and the structure becomes amorphous.

Orta Tentek begins to lose its layered order earlier and faster than Kalzhat at 400–600 °C. Secondary Fe-containing oxides begin to appear as early as 500 °C for Orta Tentec, while similar phases occur mainly above 600 °C for Kalzhat. These differences in thermal sensitivity are important when choosing the appropriate temperature range for soil applications to avoid impairing moisture retention and ion exchange properties.

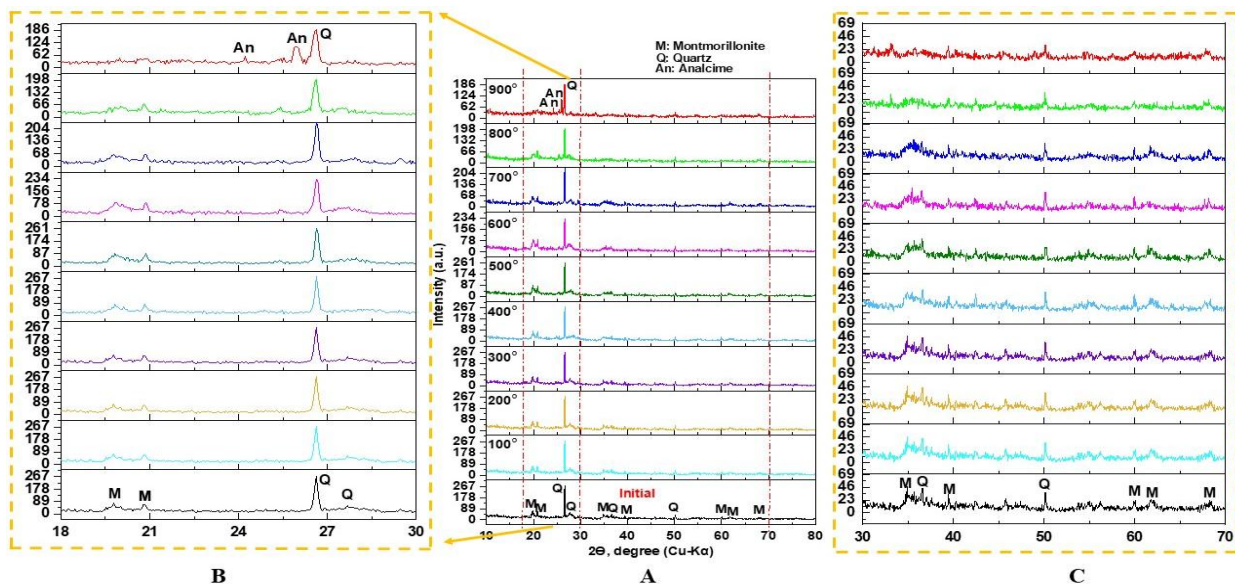


Figure 5 – XRD spectra of thermally treated bentonites from the Kalzhat deposit: A – general 2θ range (10–80°), B – analcime and quartz region (18–30°), C – secondary peak region (30–70°). Temperature increases from bottom to top

X-ray diffraction (XRD) patterns indicate that bentonite from the Orta Tentek deposit dehydrates at lower temperatures than bentonite from the Kalzhat deposit. For application as a soil

conditioner, this implies that the preparation temperature must be limited to preserve swelling, water retention, and the reversible fixation of ions.

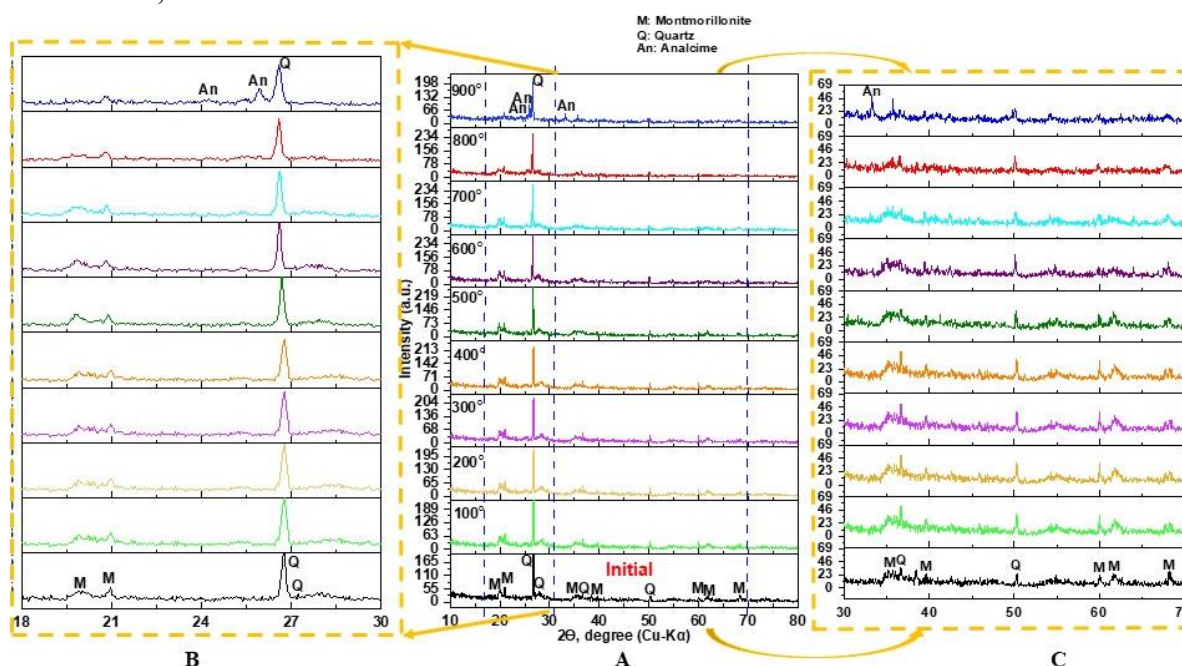


Figure 6 – XRD spectra of thermally treated bentonites from the Orta Tentek deposit: A – general 2θ range (10–80°), B – analcalite and quartz region (18–30°), C – secondary peak region (30–70°). Temperature increases from bottom to top

Conclusion. As a result of the conducted studies, structural, phase and textural changes of bentonites of the Kalzhat and Orta Tentek deposits were revealed during their thermal modification in the temperature range of 100–900°C. The use of a set of analytical methods, including X-ray diffraction (XRD), X-ray fluorescence (XRF), thermogravimetric (TGA), differential scanning calorimetry (DSC) and the Brunauer-Emmett-Teller (BET) method, made it possible to establish patterns of change in the chemical composition, phase state, porous structure and sorption characteristics of the studied samples.

The XRD analysis showed that when heated to 400°C, the montmorillonite structure is preserved, but partial dehydration is observed. In the range of 400–600°C, dehydroxylation occurs, accompanied by the destruction of the layered structure and amorphization of the material. In the range of 700–900°C, high-temperature phases such as mullite and cristobalite are formed, indicating a complete restructuring of the structure. These changes are in good agreement with the XRD data, which record a decrease in the content of aluminosilicate components and a relative increase in the proportion of silica.

The TGA analysis revealed three key temperature stages of mass loss: removal of physically adsorbed water at 100–200°C, dehydration of interlayer water and initial dehydroxylation at 200–500°C, and complete destruction of the montmorillonite structure at 500–900°C. The DSC data confirmed the endothermic and exothermic effects associated with these processes, and BET analysis results showed that the most significant decrease in porosity and specific surface area is observed in the range of 400–600°C, which coincides with the phase changes recorded by XRD and TGA.

The optimal temperature mode for thermal treatment of bentonites depends on their targeted use. To maintain maximum adsorption capacity and porous structure, the best range is 300–400°C. In the range of 500–600°C, bentonites acquire increased heat resistance and can be used as catalyst carriers. Complete destruction of the porous structure at 700–900°C makes the material suitable for use in high-temperature processes, such as refractory coatings and special sorbents.

Comparison of Kalzhat and Orta Tentek bentonites showed that Kalzhat samples exhibit

higher thermal stability and can withstand heating up to 500–600°C without significant loss of porosity, while Orta Tentek bentonites begin to lose structural integrity at lower temperatures (300–450°C).

Thus, the obtained results allowed to establish clear interrelations between phase, chemical and textural changes of bentonites during thermal treatment, as well as to determine the optimal modification conditions for their various applications.

The findings can inform the development of effective thermal activation technologies for bentonites aimed at improving soil properties overall, increasing agricultural resilience to drought, enhancing fertilizer efficiency, and improving soil fertility. This is particularly relevant for the arid regions of Kazakhstan.

Acknowledgment. This research is funded by the Committee of Science of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan (Grant No. AP19175733).

References:

- [1] **Derkowski, A.**, Kuligiewicz A. 2022. Thermal Analysis and Thermal Reactions of Smectites: A Review of Methodology, Mechanisms, and Kinetics. *Clays and Clay Minerals*, 70(5): 433–462. <https://doi.org/10.1007/s42860-023-00222-y>
- [2] **Wolters, F.**, Emmerich K. 2007. Thermal reactions of smectites—Relation of dehydroxylation temperature to octahedral structure. *Thermochimica Acta*, 462(1–2): 80–88. <https://doi.org/10.1016/j.tca.2007.06.002>.
- [3] **Brindley, G.W.**, Lemish J. 1960. Differential thermal analysis of montmorillonites. *Kansas Geological Survey Bulletin 131*, Chapter 6. URL: https://kgs.ku.edu/Publications/Bulletins/131/06_dta.html.
- [4] **Thommes, M.**, Kaneko K., Neimark A.V., Olivier J.P., Rodriguez-Reinoso F., Rouquerol J., Sing K.S.W. 2015. Physisorption of gases, with special reference to the evaluation of surface area and pore size distribution. *Pure and Applied Chemistry*, 87(9–10): 1051–1069. <https://doi.org/10.1515/pac-2014-1117>
- [5] **Sing, K.S.W.** 1985. Reporting physisorption data for gas/solid systems. *Pure and Applied Chemistry*, 57(4): 603–619. <https://doi.org/10.1351/pac198557040603>
- [6] **Kabdrakhmanova, S.**; Joshy K. S.; Sathian A.; Aryp K.; Akatan K.; Shaimardan E.; Beisebekov M.; Gulden T.; Kabdrakhmanova A.; Maussumbayeva A.; Joseph T. M.; Thomas S. Anti-bacterial activity of Kalzhat clay functionalized with Ag and Cu nanoparticles // *Engineered Science*. 2023. T. 26. Ст. 972. <https://dx.doi.org/10.30919/es972>
- [7] **Kabdrakhmanova, S.**, Aryp K., Shaimardan E., Kanat E., Selenova B., Nurgamit K., Kerimkulova A., Amitova A., Maussumbayeva A., Acid modification of clays from the Kalzhat, Orta Tentek deposits and study their physical-chemical properties, *Materials Today: Proceedings*, 2023, ISSN 2214-7853, <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.04.427>.
- [8] **Mi, J.**, Horrocks R.D., Jiang Z., Packer I.J. 2020. Effect of bentonite as a soil amendment on field water-holding capacity and millet productivity in a climate-smart village of desert steppe, northwestern China. *Scientific Reports*, 10: 18256. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-75350-9>
- [9] **Mi, J.**, Liu R., Xu X. 2021. Impacts of bentonite amendment on soil properties and crop productivity in a semi-arid region: a meta-analysis. *Canadian Journal of Soil Science*, 101(4): 749–760. <https://doi.org/10.1139/cjss-2021-0007>
- [10] **Zhang, H.**, Wu D., Mi J., Liu R., Zhu M. 2020. Sandy soils amended with bentonite induced changes in soil microbial network complexity and crop productivity. *Applied Soil Ecology*, 149: 103510. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2019.103378>
- [11] **Czaban, J.**, Siebielec G., Siebielec S. 2014. Long-lasting effects of bentonite on a sandy soil. *International Agrophysics*, 28(3): 281–289. URL: https://agro.icm.edu.pl/agro/element/bwmeta1.element.agro-d3733de8-1254-48a0-b7d6-fd7e3211b3cf/c/03_Czaban_28_3.pdf. agro.icm.edu.pl
- [12] **Waltz, F.C.**, McCarty L.B., Bridges W.C., Toler J.E. 2003. Influence of increasing sand rootzone mixes containing calcined clay on putting greens. *Agronomy Journal*, 95(2): 395–404. <https://doi.org/10.2134/agronj2003.3950>
- [13] **Carrow, R.N.**, Waddington D.V., Rieke P.E. 2001. *Turfgrass Soil Fertility and Chemical Problems: Assessment and Management*. Ann Arbor Press, Chelsea, MI. <https://doi.org/10.2135/cropsci2000.4041121x>

- [14] McCoy E.L. 1999. Water and nutrient retention properties of internally porous inorganic amendments in sand-based root zones. *Journal of Turfgrass Management*, 2(4): 49–69. https://doi.org/10.1300/J099v02n04_05.
- [15] Obear, G.R., Brown R.N., Mattson N.S., Rossi F.S. 2017. Genesis and morphology of clay lamellae in golf course putting greens associated with calcined clay amendments. *Catena*, 153: 115–126. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.02.002>.
- [16] Skoubris, E., Christidis G.E., Brigatti M.F., Conde Rojas E. 2013. Evidence for reduced layer charge in high-charge montmorillonite. *Clays and Clay Minerals*, 61(1): 82–97. <https://doi.org/10.1346/CCMN.2013.0610102>.
- [17] Wu, N., Kang Y., Li W., Xi Y., Bai X., Wu H., Li L. 2022. Structural Changes of Smectites during Dehydroxylation—A Review. *Minerals*, 12(11): 1455. <https://doi.org/10.3390/min12111455>.
- [18] Song, H., Li X., Yan X., Tan X., Zhang T., Xu B., Lu J. 2023. Effect of high-temperature treatment on water vapour adsorption behaviors of montmorillonite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 344: 125–138. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706123002409>.
- [19] Xi, Y., Martens W., He H., Frost R.L. 2005. Thermogravimetric analysis of organoclays intercalated with octadecyltrimethylammonium bromide. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 81(1): 91–97. <https://doi.org/10.1007/s10973-005-0750-2>
- [20] Yariy, S., Borisover M., Lapides I. 2011. Few introducing comments on the thermal analysis of organoclays. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 105(3): 897–906. <https://doi.org/10.1007/s10973-010-1221-y>
- [21] Mi, J., Yu F., Liu R., Zhu M., Lu Z. 2018. Soil enzyme activities, microbial community structure and crop productivity in sandy soils amended with bentonite. *Canadian Journal of Soil Science*, 98(3): 582–594. <https://doi.org/10.1139/cjss-2018-0011>
- [22] Johnston, P. Comparison of Standard Soil Amendments and Calcined Clay on Crop Yields in an Urban Garden at the University of North Carolina Asheville, Asheville, North Carolina [Электронный ресурс] // *Journal of Undergraduate Research (UNCA)*. 2014. Режим доступа: https://libres.uncg.edu/ir/unca/f/P_Johnston_Comparison_JrnlUngRes_2014.pdf

ТЕРМО-МОДИФИКАЦИЯЛАНҒАН БЕНТОНИТ САЗЫ ТОПЫРАҚ ҮШІН ЫЛҒАЛ САҚТАЙТЫН МАТЕРИАЛ РЕТІНДЕ

Қаржаубаева А.Қ.^{1,2}, 8D07109 «Инновациялық технологиялар және жаңа бейорганикалық материалдар» білім беру бағдарламасының 2-курс докторанты

Бейсебеков М.М.^{1*}, PhD, аға ғылыми қызметкер

Шаймардан Е.², PhD, аға ғылыми қызметкер

Наурызова С.З.¹, PhD, қауымдастырылған профессор

Кабдрахманова С.К.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

¹Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы қ., Қазақстан

²ЖШС «Композитті материалдар ғылыми орталығы», Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Минералдық Калжат және Орта Тентек кен орындарының бентониттерін термиялық модификациялау мен олардың топырақ жақсартқыш ретінде атқаратын функцияларының өзара байланысы зерттелді. Калжат және Орта Тентек кен орындарының бентонит үлгілері термиялық өңдеуге дейін және 100–900°C температура аралығында өңделгеннен кейін XRD, XRF, TGA/DSC және төмен температуралы азот адсорбциясы (BET) әдістерімен талданды.

200–300°C температура шегіндегі орташа термиялық өңдеу монтмориллониттің қабатты құрылымын бұзбай, физикалық адсорбцияланған және қабатаралық судың бір бөлігін жояды, соның нәтижесінде меншікті беткі аудан, ылғал сыйымдылығы және катионалмасу сыйымдылығы сақталады. 400–600°C температура аралығында дегидроксилдену және қабатаралық кеңістіктің коллапсы байқалады, бұл SBET-тің төмендеуімен және алмасу орталықтарының жойылуымен қатар жүреді. 700–900°C температурада жоғары температуралы кремнезем және алюмосиликат фазалары түзіліп, кеуектілік нөлге жуықтайды.

Кен орындарын салыстыру Орта Тентек бентониттерінде құрылымдық деградацияның ертерек басталатынын және бастапқы термоөңдеу сатыларында Калжат бентонитінің тұрақтылығы

жоғары екенін көрсетеді, алайда жоғары температураларда екі материал да агрономиялық функцияларын жоғалтады. Топырақ «кондиционері» ретінде пайдалану үшін температуралық режимді 200–300°C шегінде қысқа уақыт ұстап, кейіннен гранулдау ұсынылады; 400–600°C аймағындағы термиялық өңдеуден және 700–900°C температураларды қолданудан бас тарту қажет. Мұндай режимдер ылғал ұстау қасиеті мен катионалмасу сыйымдылығын жоғалтпай санитарлық өңдеуді қамтамасыз етеді және Қазақстанның қуаң аймақтарындағы құмды және құмдақ топырақтар үшін қолайлы.

Тірек сөздер: бентонит, термо өңдеу, кеуектілік, ылғал ұстау, катион алмасу сыйымдылығы, топырақ кондиционері.

ТЕРМОМОДИФИЦИРОВАННАЯ БЕНТОНитОВАЯ ГЛИНА КАК ВЛАГОУДЕРЖИВАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ПОЧВ

Қаржаубаева А.Қ.^{1,2}, докторант 2-го курса образовательной программы 8D07109 «Инновационные технологии и новые неорганические материалы»

Бейсебеков М.М.^{1*}, PhD, старший научный сотрудник

Шаймардан Е.², PhD, старший научный сотрудник

Наурызова С.З.¹, PhD, ассоциированный профессор

Кабдрахманова С.К.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор

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

²*ТОО «Научный центр композитных материалов», г. Алматы, Казахстан*

Аннотация. Исследована связь термической модификации бентонитов месторождений Калжат и Орта Тентек с их функциями почвоулучшителей. Образцы бентонитов месторождений калжат и орта тентек до и после термической обработки в диапазоне температур 100–900°C проанализированы методами XRD, XRF, TGA/DSC и низкотемпературной адсорбции азота BET. Умеренная термообработка в пределах температуры 200–300°C удаляет физически адсорбированную и часть межслоевой воды без разрушения слоистой структуры монтмориллонита, что сохраняет удельную поверхность, влагоемкость и катионообменную емкость. В интервале температур 400–600°C фиксируется дегидроксилирование и коллапс межслоев, сопровождающиеся падением $S_{\text{ВЕТ}}$ и утратой обменных центров. При температуре 700–900°C формируются высокотемпературные фазы кремнезема и алюмосиликатов и пористость стремится к нулю. Сопоставление месторождений показывает более раннюю структурную деградацию бентонитов Орта Тентек и большую стойкость бентонита Калжат на начальных этапах термообработки, однако при высоких температурах оба материала теряют агрономические функции. Для использования в качестве почвенных «кондиционеров» целесообразно ограничить температурный режим в пределах 200–300°C с краткой выдержкой и с последующим гранулированием, избегая температурной обработки в районе 400–600°C и исключая 700–900°C. Такие режимы обеспечивают санитарную подготовку без потери влагоудержания и КОЕ и подходят для песчаных и супесчаных почв засушливых регионов Казахстана.

Ключевые слова: бентонит, термообработка, пористость, влагоудержание, катионообменная емкость, почвенный кондиционер.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ БИОПРЕПАРАТОВ И БИОУДОБРЕНИЙ В ВОССТАНОВЛЕНИИ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПАСТБИЩ СЕВЕРНОГО КАЗАХСТАНА

Нокушева Ж.А.¹, кандидат сельскохозяйственных наук
nokusheva74@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0056-074>

Кантарбаева Э.Е.², PhD, доцент
elnara.ahmetovaa@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4499-6706>

Жуматаева Ж.Б.³, PhD
Jazira_18_05@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0000-6113-3614>

Исаева Ж.Б.⁴, PhD
zhanetta.aysha@mail.ru; <https://orcid.org/0000-0002-4182-3041>

Асылбек А.М.⁵, PhD
a-asema-89@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8415-1946>

¹ТОО «Северо-Казахстанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства», г.Петропавловск, Казахстан

²НАО «Северо-Казахстанский университет имени М.Козыбаева», Петропавловск, Казахстан

³Кызылординский университет имени Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

⁴Инновационный Евразийский университет, г.Павлодар, Казахстан

⁵Институт ботаники и фитоинтродукции, г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Деградация пастбищных угодий Северного Казахстана представляет собой одну из ключевых экологических и экономических проблем региона, оказывая существенное влияние на кормовую базу животноводства и устойчивость природных экосистем. Интенсивная эксплуатация пастбищ, превышение нормативных нагрузок на травостой, снижение содержания органического вещества в почвах и учащение засушливых периодов приводят к истощению растительного покрова, снижению продуктивности травостоя и сокращению биоразнообразия. В статье представлены результаты полевых исследований, направленных на восстановление деградированных пастбищ с использованием биологических удобрений и биопрепаратов. Показано, что внедрение экологически безопасных агротехнологий способствует значительному увеличению выхода зелёной и сухой массы растений. Наиболее высокая продуктивность была достигнута при совместном применении биостимулятора-антистрессанта «Вуксал Аминоплант» и органического удобрения «Казуфлегумус», обеспечив 9,0 ц/га зелёной массы и 2,7 ц/га сухой массы, что превышает показатели контрольного варианта в 1,7 раза. Полученные результаты подтверждают высокую эффективность биопрепаратов для повышения продуктивности и устойчивости пастбищных агроэкосистем в условиях климатической аридизации Северного Казахстана и могут быть рекомендованы к внедрению в практику устойчивого управления кормовыми ресурсами региона.

Ключевые слова: урожайность, корм, пастбища, биопрепараты

Введение. Пастбищные экосистемы Северного Казахстана играют ключевую роль в обеспечении кормовой базы для животноводства, сохранении биологического разнообразия и поддержании экологического баланса. Однако в последние десятилетия наблюдается прогрессирующая деградация пастбищ, обусловленная нерациональным использованием земельных ресурсов, перевыпасом скота, климатическими изменениями и снижением естественного потенциала растительных сообществ. Это приводит к сокращению площади продуктивных угодий, потере видового разнообразия, истощению растительности и снижению устойчивости экосистем.

Одним из перспективных направлений восстановления деградированных пастбищ является применение биологических препаратов и биоорганических удобрений, основанных на природных механизмах стимуляции роста растений, повышения их устойчивости к стрессовым факторам и восстановления естественных биоценозов. В отличие от традиционных агротехнологий, данные методы характеризуются экологической

безопасностью, отсутствием кумулятивного загрязнения и способствуют формированию устойчивых агроэкосистем [1].

Цель исследований. Разработка приемов восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ в условиях степной зоны Северного Казахстана с использованием биоорганических препаратов и удобрений на принципах органического земледелия.

Пастбища Казахстана занимают 67% территории Республики Казахстан. Территория этих угодий (184,2 млн.га) определяет и экологическое состояние республики в целом. Охватывая огромную природную зону пастбища, ежегодно возобновляют бесплатную и очень ценную в кормовом отношении растительную продукцию в виде подножного корма в объеме до 28 млн. тонн кормовых единиц. От того, в каком состоянии эти пастбища находятся, будут зависеть экология и здоровье людей, состояние и развитие животноводства [2,3].

В нашей республике имеется огромное количество разнообразных пастбищных угодий. Поэтому правильное использование пастбищ имеет огромную важность.

Многочисленные исследования показали, что в пастбищной траве содержится значительно больше питательных веществ по сравнению с сеном, приготовленным без потери листьев из той же самой травы. По данным академиком И.В. Лариным, в 100 кг сухого вещества травы хорошего пастбища нередко содержится свыше 10 кг переваримого белка и до 100 кормовых единиц, тогда как в хорошем сене содержится 5-6 переваримого белка и 60-70 кормовых единиц [4,5].

Учитывая ограниченность природных ресурсов и необходимость сохранения пастбищных угодий для обеспечения продовольственной и экологической безопасности, актуальной задачей становится разработка и внедрение устойчивых, ресурсосберегающих и экологически безопасных технологий восстановления деградированных территорий. В этом контексте всё большую научную и практическую значимость приобретает использование биологических методов — биопрепаратов и биоорганических удобрений. Они содержат живые микроорганизмы или их метаболиты, способствующие активации физиологических биохимических процессов в растениях, ускорению естественной сукцессии, улучшению условий роста кормовых культур и восстановлению растительного покрова [6].

Современные исследования показывают, что применение биопрепаратов позволяет значительно повысить устойчивость растений к абиотическим стрессам, в том числе засухе, высокой инсоляции и температурным колебаниям, а также способствует восстановлению популяционной структуры доминирующих видов, усилению процессов естественного возобновления и увеличению кормовой продуктивности. Несмотря на это, вопросы комплексной оценки эффективности биологических средств в условиях пастбищной деградации аридных зон остаются недостаточно изученными и требуют проведения целенаправленных исследований [7].

Материалы и методы исследования. Научно-исследовательские работы были проведены ТОО «Северо-Казахстанский научно-исследовательский институт сельского хозяйства» на базе крестьянского хозяйства «Шаймерденов Б.А.» в Северо-Казахстанской области.

Жаркое лето, суровые зимы и постоянные суховейные ветры определяют природные условия степной зоны данного района. Почвенный покров этой территории имеет ряд особенностей, которые в первую очередь связаны с характером климата: резкой континентальностью, неравномерным распределением снега, частыми метелями, сухостью весеннего периода, слабым развитием бактериальных процессов разложения органического вещества, влиянием ветров на перемещение почвы и неравномерным увлажнением почв из-за них недостаточной дренированности [8]. Дренаж почвы в регионе ухудшается по мере продвижения с юга на север. Гидрофизические свойства почв, включая лесные, имеют небольшие различия и тесно связаны со степенью засоленности почвы [9].

В январе 2024 года средняя температура воздуха колебалась от -15 до -16 °С, а высота снежного покрова на опытном участке составила 42-44 см. В феврале температура воздуха

упала до -14 -15 °С, высота снежного покрова уменьшилась до 35-37 см. В марте средняя температура воздуха варьировалась от -4 до -9 °С. Весной 2024 года в Северо-Казахстанской области наблюдалось значительное влияние климатических условий на влагообеспеченность почв. Зима этого года была отмечена сравнительно высоким снежным покровом, что способствовало накоплению влаги в почве. Весной произошло раннее начало таяния снега, что способствовало увлажнению верхних слоев почвы и создало благоприятные условия для начала вегетации сельскохозяйственных культур.

Экспериментальная часть исследования была проведена на малопродуктивном деградированном пастбищном участке площадью 1 гектар в соответствии с утверждённой схемой эксперимента (таблица 1). Учеты и наблюдения за процессами и результатами эксперимента осуществлялись согласно методическим указаниям ВНИИ кормов имени В.Р. Вильямса [10]. Для математической обработки полученных данных использовался метод дисперсионного анализа, разработанный Б.А. Доспеховым [11]. Подробная схема проведения опытов представлена ниже. При исследовании проводили следующие наблюдения и учёты:

- наблюдения за метеоусловиями;
- определение геоботанического состава пастбища;
- продуктивная влажность почвы в слое 0-100 см перед закладкой опыта;
- определение проективного покрытия пастбищ;
- определение высоты пастбищных растений;
- определение урожайности зеленой и сухой массы;
- определение химического состава пастбищного травостоя.

Таблица 1 – Схема полевого опыта по разработке приемов восстановления биоресурсного потенциала деградированных пастбищ в условиях различных природно-климатических зон Казахстана с использованием биоорганических препаратов и удобрений на принципах органического земледелия в степной зоне Северного Казахстана

№	Варианты опыта	До стравливания, в дозе 5 л/га	После стравливания, в дозе 5 л/га
1	Естественная деградированная пастбища (контроль)	-	-
2	Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Гумат+СО ₂	+	+
3	Столлер Энерджи+Органическое удобрение «Гумат+СО ₂ »	+	+
4	Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Казуглеумус»	+	+

В период с февраля по март было проведено дважды снегозадержание с использованием машин СВУ-2,6 и МТЗ-80. Во второй декаде апреля был проведён весенний геоботанический анализ пастбищной растительности. В соответствии со схемой исследований, опытные участки были размечены (Аккайынский район; СКО; 54°30'08" с.ш. 69°05'26" в.д.), при этом площадь каждой делянки составила 0,25 га. В первой декаде мая было осуществлено внесение биопрепаратов и удобрений по утверждённой схеме до начала стравливания. В первой декаде июня была проведена повторная обработка опытных участков с помощью самоходного опрыскивателя марки «Джон Дир».

Весной 2024 года в Северо-Казахстанской области наблюдалась катастрофическая ситуация. Паводки затронули как города, так и сельские населённые пункты. Несмотря на это, погодные условия в начале года, когда закладывались опыты, оказались относительно благоприятными с точки зрения влагообеспеченности. Обилие осадков и высокие суммы

положительных температур в этот период существенно способствовали активному росту культур. В этом году было зафиксировано значительное количество влаги, что создало благоприятные условия для увеличения урожайности. Влияние высоких показателей осадков и сумм положительных температур в процессе наблюдений сыграло важную роль в улучшении роста растений и, как следствие, в повышении потенциального урожая.

Область расположена в двух природных зонах: лесостепной и степной, что в значительной степени определяет ее ландшафты, основные природные ресурсы и почвенно-климатические условия. Ареал ее распространения относится к зоне рискованного земледелия. На территорию области легко вторгаются как холодные арктические, так и теплые воздушные массы из Средней Азии. Это приводит к частой изменчивости погоды. В целом климат зоны резко континентальный с холодной продолжительной зимой и жарким летом. Период устойчивого снежного покрова составляет более 6-ти месяцев. Высота снежного покрова колеблется от 12 до 35 см. Запасы воды в снеге около 50-69 мм, что составляет 22 - 23% от общей влагообеспеченности. Среднесуточная температура самого холодного месяца января $-18,5-19,1^{\circ}\text{C}$, а теплого июля $+19,0-19,5^{\circ}\text{C}$. В летний период, в отдельные жаркие дни, температура воздуха поднимается до $+41,0^{\circ}\text{C}$, а зимой опускается до $-30,0-35,0^{\circ}\text{C}$, но иногда ниже минус $40,0-45,0^{\circ}\text{C}$.

Переход к положительным суточным температурам происходит в начале апреля месяца, а через 20-30 дней средние суточные их значения достигают $10-11^{\circ}\text{C}$.

Весна короткая (20-30 дней), сухая, прохладная, начинается со второй половины апреля. Переход температур через $+5^{\circ}\text{C}$ происходит 20-22 апреля, а через $+10^{\circ}\text{C}$ 8-10 мая. Весенние запасы влаги в почве создаются в основном за счет осенне-зимних осадков и являются основным источником водного обеспечения растений в начальный период их вегетации. В мае и июне часто бывают суховеи и пыльные бури. Продолжительность периода со среднесуточной температурой воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ около 130-140 дней, а сумма температур воздуха выше $+10^{\circ}\text{C}$ составляет 2000-2400.

Осенью переход температур через $+10^{\circ}\text{C}$ приходится в среднем на 17-20 сентября. В это время заканчивается вегетационный период растений. В среднем продолжительность безморозного периода составляет 120-130 дней. Среднегодовое количество осадков варьирует от 300 до 330 мм, из них 60% выпадает за вегетационный период. Наибольшее их количество приходится на июль-август (58 и 48 мм). По годам осадки выпадают неравномерно. В отдельные годы их значительно меньше нормы, а в другие они превышают ее в 1,5-2 раза. Для зоны характерна июньская засуха. За последние 30 лет, в течение которых проводились исследования, на долю с относительно высоким уровнем увлажнения - свыше 330-350 мм, в год приходилось 14 лет (47%), со средним уровнем (300-330 мм) - 8 лет (26,5%) и недостаточной суммой осадков (220-300 мм) - 8 лет (26,5%).

Поэтому, при создании кормовой базы необходимо учитывать все агроклиматические условия, складывающиеся в каждом конкретном хозяйстве.

Результаты исследования. Изучение геоботанического состава естественных пастбищ с целью определения видового состава растений проводилось с использованием метода наземного маршрутного обследования (таблица 2).

Проективное покрытие пастбищных угодий колебалось в пределах 50-60%. Изученные участки естественных пастбищ относятся к типчаково-полынно-разнотравному типу растительности. В данном сообществе типчак выступает доминирующим видом, тогда как полынь, подорожник, кермек и ковыль занимают позиции субдоминантов. Результаты геоботанического анализа показали, что в структуре пастбищного покрова тип-чак занимает в среднем 44,5%, полынь – около 35,7%, а разнотравье – примерно 19,5%. Почвенная влага является одним из ключевых факторов, определяющих жизнедеятельность растений. Процесс набухания и прорастания семян напрямую зависит от уровня влажности почвы. На протяжении всего вегетационного периода вода играет многогранную роль, влияя на рост, развитие и формирование урожайности сельскохозяйственных культур.

Таблица 2 – Геоботанический состав пастбищного травостоя в зависимости от обработки биопрепаратами и биоорганическими удобрениями в степной зоне Северного Казахстана за 2024 год

Варианты опыта	Видовой состав и структура травостоев, %		
	типчак	полынь	разнотравье
Естественная деградированная пастбища (контроль)	45	33	22
Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Гумат + CO ₂ »	44	38	17
Столлер Энерджи + Органическое удобрение «Гумат + CO ₂ »	46	37	17
Вуксал Аминоплант (Биостимулятор - антистрессант) + Органическое удобрение «Казуеглумус»	43	35	22

Кроме того, влага необходима для нормального формирования корневой системы. В условиях сухой почвы корни испытывают трудности при проникновении вглубь, что требует значительных энергетических затрат и отрицательно сказывается на продуктивности растений. В отличие от этого, во влажной почве плотность субстрата не препятствует развитию корней, что способствует лучшему усвоению питательных веществ. От степени влажности зависят физико-химические, химические и биологические процессы, а также доступность элементов питания для растений [12,13].

Для оценки запасов продуктивной влаги в горизонте 0-100 см на пастбищных участках были отобраны почвенные образцы до проведения первой обработки биоорганическими препаратами и удобрениями. В фазу весеннего отрастания растений различия по содержанию влаги в метровом слое были несущественными и составляли в среднем около 55 мм. Весенние осадки способствовали повышению увлажнённости почвы, однако в последующий период весны в регионе отмечалось неравномерное выпадение осадков, что могло повлиять на влагоёмкость пастбищных почв. В целом, весенняя влага 2024 года оказала решающее влияние на начальные фазы роста растений и во многом определила успешность сельскохозяйственных работ в течение всего вегетационного сезона (Рисунок 1).

Проведённые наблюдения показали, что при недостаточной нагрузке на пастбища происходит не только уменьшение надземной массы травостоя, но и значительное ослабление функционирования корневой системы – её всасывающая активность может снижаться в шесть–семь раз.

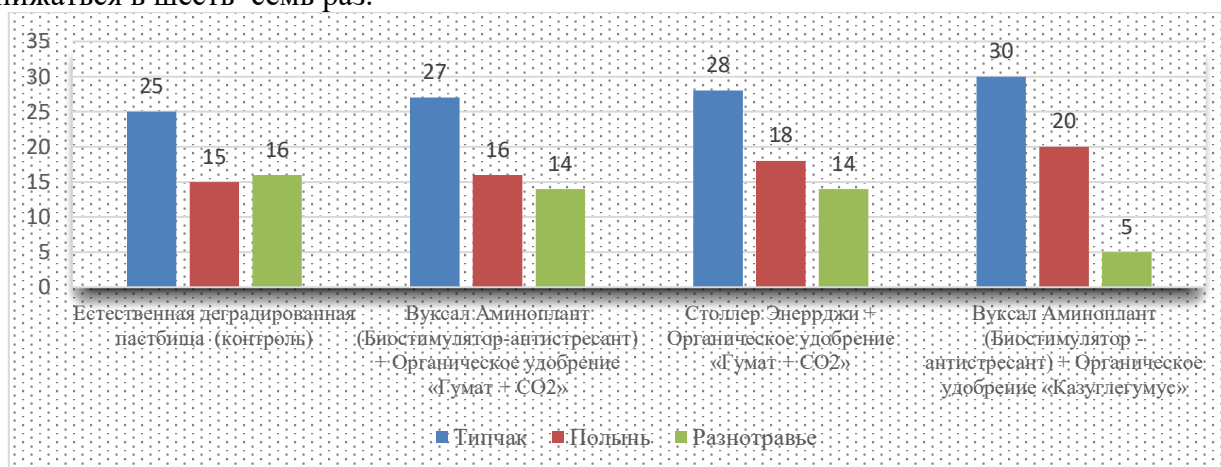


Рисунок 1 – Запас продуктивной влаги на пастбищных участках в зависимости от обработки биопрепаратами и биоорганическими удобрениями

При чрезмерном зарастании пастбищ травостой разрезается, и животные, пасущиеся на траве высотой 25–30 см, способны поесть лишь верхние части растений длиной около 6–8 см. Экспериментальные данные свидетельствуют, что наибольшее количество поедаемого корма животными отмечается при оптимальной высоте травостоя 12–15 см.

С учётом ботанического состава пастбищ была проведена оценка высоты доминирующих видов трав до и после стравливания. Наиболее интенсивный рост трав наблюдался в мае–июне, а в июле–августе темпы прироста заметно снижались. Средние показатели высоты растений в контрольном варианте составили 19 см для типчака, 15 см для полыни и 16 см для разнотравья. В варианте с использованием препарата Вуксал Аминоплант (биостимулятор-антистрессант) совместно с органическим удобрением «Гумат+СО₂» высота растений достигала 20, 17 и 19 см соответственно. Применение комплекса Столлер Энерджи с тем же органическим удобрением обеспечивало рост до 21, 19 и 22 см. Максимальные значения высоты типчака, полыни и разнотравья (22, 23 и 27 см соответственно) были отмечены при обработке препаратом Вуксал Аминоплант в сочетании с органическим удобрением «Казуглеумус» (Рисунок 2).

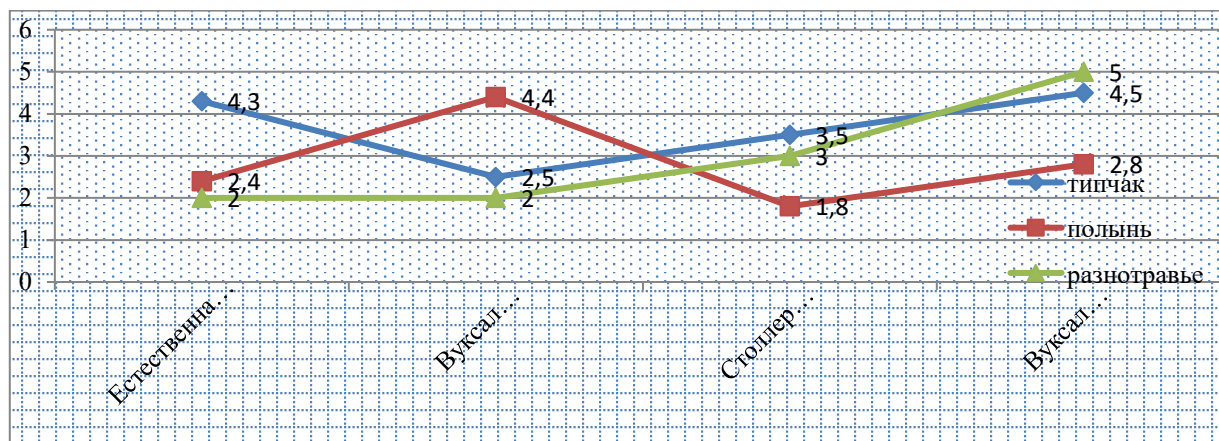


Рисунок 2 – Высота стояния пастбищного травостоя при обработке биопрепаратами и биоорганическими удобрениями в степной зоне Северного Казахстана за 2024 год

Положительное воздействие на рост пастбищных растений в этом варианте объясняется одним из основных преимуществ органических удобрений – повышением плодородия почвы, активизацией микроэлементов почвы, интенсивным образованием и восстановлением гумуса, улучшением структуры и водно-воздушного режима почвы.

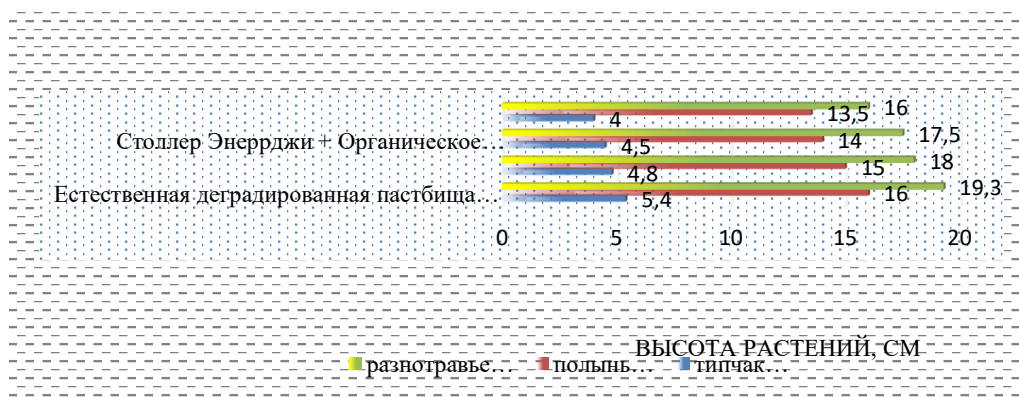


Рисунок 3 – Коэффициент вариации высоты стояния трав в зависимости от применения биопрепаратов и удобрений на пастбищах

Применение биопрепаратов и биоорганических удобрений на пастбищных участках способствовало снижению колебаний в росте травянистой растительности, что выразалось в уменьшении коэффициента вариации. Так, у типчака данный показатель снизился с 5,46% в контроле до 4,00% при использовании комплекса Вуксал Аминоплант (биостимулятор-антистрессант) и органического удобрения «Казуглегумус». Для полыни коэффициент вариации уменьшился с 16,00% до 13,50%, а для разнотравья — с 19,38% до 16,00%. Полученные результаты свидетельствуют о повышении устойчивости травостоя к воздействию внешних факторов среды и о более стабильном характере его развития под влиянием применяемых агрохимических средств. Это, в свою очередь, может способствовать росту продуктивности пастбищных экосистем в условиях степной зоны Северного Казахстана. Густота стояния растений является одним из ключевых показателей, определяющих уровень продуктивности агрофитоценозов (рис. 4, 5).



Рисунок 4 – Определение густоты стояния опытного участка



Рисунок 5 – Травостой опытного участка, обработанный Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Казуглегумус»

Оптимальное количество растений на единице площади играет важную роль в формировании урожайности всех сельскохозяйственных культур, включая однолетние травы [13]. Правильно сформированная густота обеспечивает более эффективное использование почвенной влаги и питательных веществ, способствуя лучшему развитию растительного покрова. Этот показатель во многом определяется сочетанием климатических условий и биологических особенностей выращиваемых культур [14,15]. Определение густоты стояния пастбищных трав проводилось в фазу начала отрастания (рис. 6).

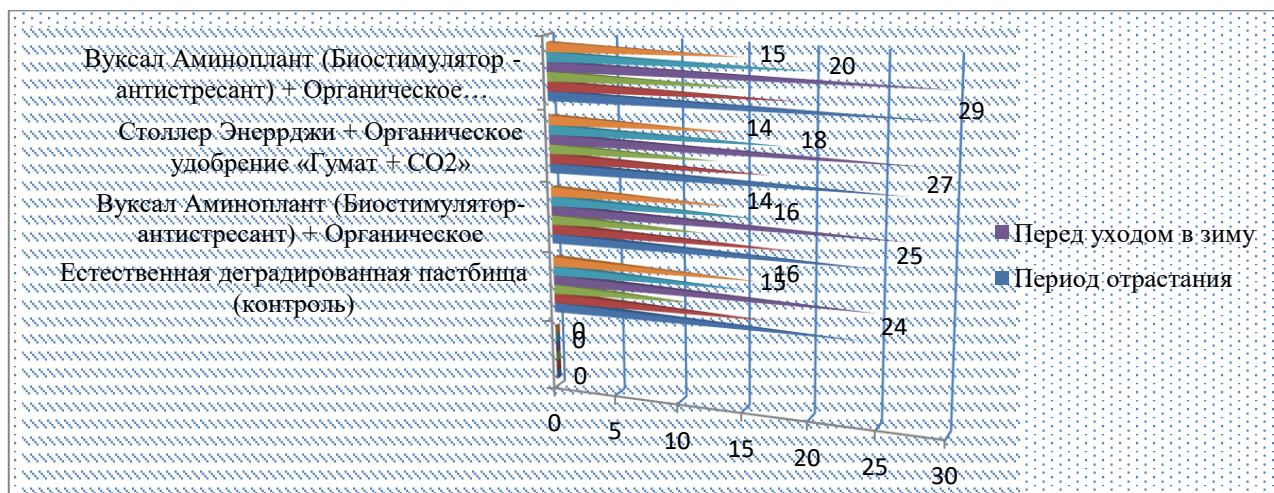
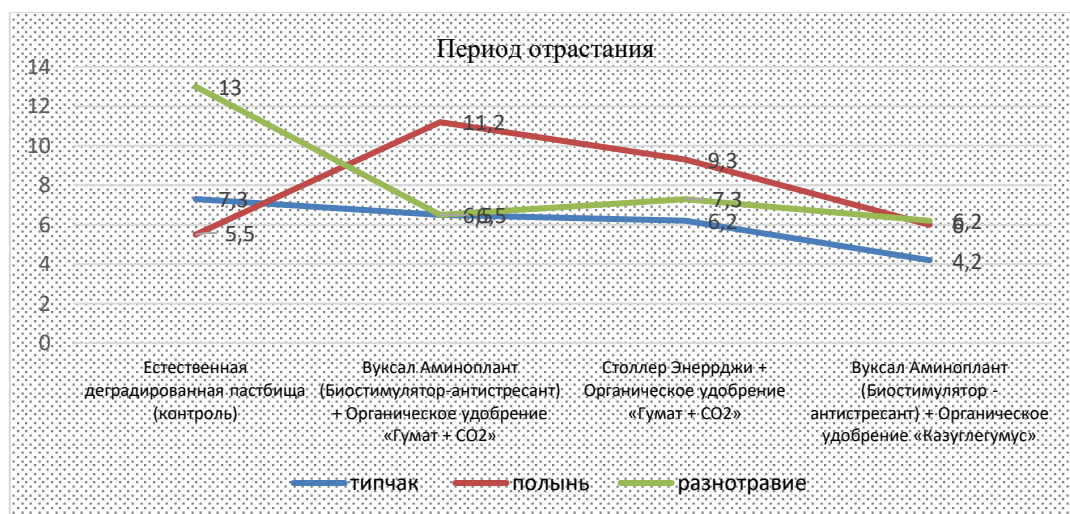


Рисунок 6 – Густота стояния травостоя на пастбищных участках, в зависимости от обработки биопрепаратами и биоорганическими удобрениями в степной зоне Северного Казахстана за 2024 год, шт./м²

Было установлено, что для типчака густота составила 24-29 шт./м², для полыни – 17-19 шт./м², а для разнотравья – 11-15 шт./м². На пастбищных травостоях встречается доминирующий вид типчака, который относится к полуозимому типу развития, что обеспечивает ему значительные преимущества в адаптации к условиям среды (рисунок 2).

Перед зимним периодом плотность растений после выпаса варьировалась: у типчака - от 25 до 30 штук на квадратный метр, полыни - от 15 до 20 штук на квадратный метр, разнотравья – от 14 до 16 штук на квадратный метр. Наибольшая плотность зарегистрирована при применении комплекса Вуксал Аминоплант и органического удобрения «Казуглеумус», достигая перед зимовкой 30 штук на квадратный метр для типчака, 20 штук для полыни и 15 штук для разнотравья (Рисунок 7).



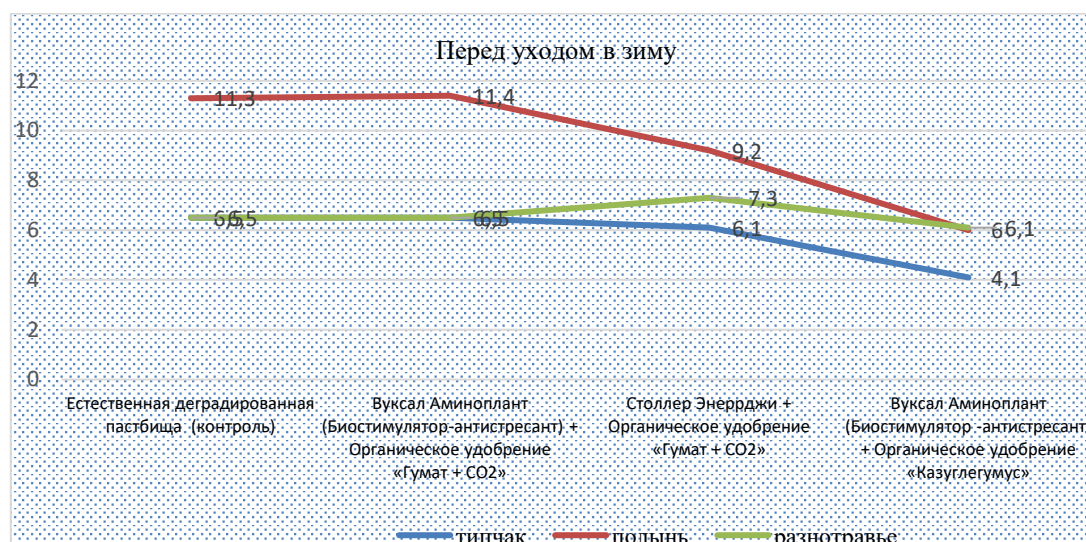


Рисунок 7 – Коэффициент вариации густоты стояния трав на пастбищах в зависимости от обработки биопрепаратами и удобрениями

Продуктивность естественного травостоя степной зоны Северного Казахстана, выраженная в пастбищном потенциале, варьирует в пределах 1,5-2,4 ц/га сухой массы. Такие показатели связаны с длительным и несбалансированным использованием природных угодий, что привело к деградационным процессам, усугублённым дефицитом влаги и низким уровнем почвенного плодородия.

Наиболее высокие значения урожайности зеленой и сухой массы были получены при применении комплексных удобрений. Особенно эффективным оказалось сочетание биостимулятора Вуксал Аминоплант с органическим удобрением «Казуглегурус», при котором урожайность достигла 9,0 ц/га зеленой массы и 2,7 ц/га сухой массы (таблица 3).

Таблица 3 – Продуктивность, питательность и энергопротеиновая ценность пастбищного травостоя при обработке биопрепаратами и биоорганическими удобрениями в степной зоне Северного Казахстана

Варианты опыта	Урожайность зеленой массы, ц/га	Урожайность сухой массы, ц/га	Сбор переваримого протеина, ц/га	Сбор кормо-вых единиц, ц/га	Выход обменной энергии, ГДж/га
Естественная деградированная пастбища (контроль)	5,3	1,63	0,070	0,62	0,76
Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Гумат + CO ₂ »	8,1	2,4	0,104	0,82	0,98
Столлер Эннерджи + Органическое удобрение «Гумат + CO ₂ »	7,2	2,2	0,086	0,66	0,80
Вуксал Аминоплант (Биостимулятор-антистрессант) + Органическое удобрение «Казуглегурус»	9,0	2,7	0,13	1,13	1,37
НСР _{0,95}	-	0,90	-	-	-

Для достоверной оценки качества и питательной ценности кормов необходимо проведение лабораторного химического анализа, который позволяет объективно определить

содержание основных питательных веществ и обеспечить полноценную зоотехническую характеристику кормов. Только при наличии таких данных можно грамотно сбалансировать рацион, способствуя улучшению здоровья животных, повышению их продуктивности и эффективному использованию кормовых ресурсов.

В рамках проведённых исследований химический состав пастбищных кормов анализировался на базе научно-инновационного центра ТОО «СевКазНИИСХ» с использованием экспресс-анализатора *InfraXact* (производства Дании), функционирующего в ближнем инфракрасном диапазоне. Данное оборудование позволяет оперативно определять широкий спектр показателей – от содержания протеина, жира и клетчатки до кислотности (рН), а также содержания кальция, фосфора, молочной и уксусной кислот и других компонентов.

Результаты химического анализа кормов из разных вариантов опыта показали значительные различия по уровню основных питательных веществ. Так, в образцах трав естественного пастбища, не обработанного удобрениями (контроль), содержание переваримого протеина составило 43,4 г, кормовых единиц – 0,38, а обменной энергии – 4,66 МДж. Во втором варианте, где применялись биостимулятор Вуксал Аминоплант в комплексе с органическим удобрением «Гумат+СО₂», переваримого протеина было 65,21 г, кормовых единиц – 0,34, а обменной энергии – 4,12 МДж (табл. А.2). В третьем опыте (Столлер Энерджи + Гумат+СО₂) значения были ниже: протеин – 38,61 г, кормовые единицы – 0,30, энергия – 3,64 МДж. Наилучшие показатели по кормовой ценности наблюдались в четвёртом варианте, где использовались Вуксал Аминоплант и Казуглегумус: содержание переваримого протеина достигло 49,40 г, кормовых единиц – 0,42, а обменной энергии – 5,08 МДж (табл. 4).

Дополнительно были изучены такие показатели, как уровень сухого вещества, общий протеин, клетчатка, переваримый протеин, кормовые единицы и обменная энергия. В летний период наблюдалось колебание содержания переваримого протеина от 0,070 до 0,13 ц/га, кормовых единиц – от 0,62 до 1,13 ц/га, а уровень обменной энергии варьировал в пределах от 0,76 до 1,37 ГДж/га. Наивысшие значения всех этих показателей были зафиксированы в варианте с применением Вуксал Аминоплант и органического удобрения Казуглегумус, что подтверждает его высокую эффективность в улучшении питательной ценности пастбищного травостоя.

Выводы. Применение биоорганических удобрений и биопрепаратов оказывает комплексное положительное влияние: не только способствует увеличению продуктивности пастбищных угодий, но и улучшает кормообеспеченность животноводства, тем самым ускоряя процессы восстановления естественных экосистем. Полученные в ходе исследования результаты подтверждают эффективность данных агротехнологий.

Среди трёх изученных вариантов наилучшие показатели высоты пастбищных растений были зафиксированы при совместном использовании биостимулятора-антистрессанта «Вуксал Аминоплант» и органического удобрения «Казуглегумус». В этом случае высота типчака достигла 22 см, полыни – 23 см, а разнотравья – 27 см, что превышает контрольные значения на 3, 8 и 11 см соответственно.

Результаты летнего химического анализа свидетельствуют о колебаниях уровня переваримого протеина от 0,070 до 0,13 ц/га, кормовых единиц – от 0,62 до 1,13 ц/га, а обменной энергии – от 0,76 до 1,37 ГДж/га. Наивысшие значения были достигнуты в варианте с «Вуксал Аминоплант» и «Казуглегумус».

Урожайность также варьировалась в зависимости от применяемых агросредств. Во время летнего стравливания контрольный участок обеспечил 5,3 ц/га зелёной массы и 1,63 ц/га сухой. Вариант с «Вуксал Аминоплант» и «Гумат+СО₂» показал 8,1 и 2,4 ц/га соответственно, а с «Столлер Энерджи» – 7,2 и 2,2 ц/га. Максимальные урожайные показатели – 9,0 и 2,7 ц/га – зафиксированы при использовании «Вуксал Аминоплант» и «Казуглегумус», что в 1,7 раза превышает контроль.

Таким образом, результаты исследования в условиях степной зоны Северного

Казахстана подтверждают, что использование биоорганических агросредств эффективно способствует восстановлению биопродуктивного потенциала деградированных пастбищ и устойчивости их экосистем.

Финансирование. Исследования выполнены в рамках программно-целевого финансирования Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан ИРН BR21881871 "Разработка технологий и приемов заготовки кормов в кормовых угодьях Казахстана в контексте устойчивого управления", 2023-2025 гг.

Литература:

- [1] **Карынбаев, А.К.**, Ли М., Юлдашбаев Ю.А., Чуйков Р.Я. Мониторинг состояния пастбищ Казахстана с использованием космической и наземной информации // Астраханский вестник экологического образования, 2020. – №3 (57). – С. 112-116. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2020-19-3-112-116>
- [2] **Мешетич, В.Н.**, Шурманбаев Н.Ш., Кальяскарова А.Е., Нокушева Ж.А. Кормопроизводство на Севере Казахстана. – Петропавловск, 2015. – 112 с. <https://ojs.wkau.kz/index.php/gbj/article/view/989>
- [3] **Мешетич, В.Н.** Сенокосы и пастбища на севере Казахстана и их улучшение. – Петропавловск, 2001. – С. 7-8. https://nauka.kz/page.php?page_id=371&id=4887
- [4] **Косолапова, В.Г.**, Мокрушина О.Г., Помаскина Ю.В. Влияние пастбищного содержания при интенсивном молочном скотоводстве на функции воспроизводства // Многофункциональное адаптивное кормопроизводство. – М.: ООО «Угрешская типография», 2017. – С.149–154. <https://doi.org/10.33814/МАК-2022-27-75-125-133>
- [5] **Kohler, F.**, Gillet F., Gobat J.M., Buttler A. Effect of cattle activity on plant species richness and composition in Alpine pastures. *Applied Vegetation Science*, 2004, 7(1):41–48. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2004.tb00588.x>
- [6] **Пашков, С.В.**, Закирина А.О. Геоэкологическая оценка состояния почв Северо-Казахстанской области // Вестник Московского городского педагогического университета. Серия «Естественные науки», 2019. – №3 (35). – С.46-50. <https://doi.org/10.25688/2076-9091,2019.35.04>
- [7] **Галымбек, О.**, Тлепова А., Абдрахманова Ж. Перспективы применения биопрепаратов для восстановления пастбищ в условиях Казахстана // Journal of Ecological Engineering, 2024. – Т.25. – №1. – С.250–259. <https://doi.org/10.12911/22998993/175427>
- [8] **Vasiliev, A.A.**, E. N. Oleynikova O. V. Lisunov and M. V. Boginya. 2022 Efficiency of local application of mineral fertilizers simultaneously with pre-sowing tillage, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 981, 042041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/4/042041>
- [9] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1973. – С. 352 https://vk.com/wall-59903826_25326
- [10] **Денисов, Е.П.**, Солодников А.П., Линьков А.С., Четвериков Ф.П. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги в почве // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, 2014. – №2. – 8-10 с. <https://elibrary.ru/spkdkd>
- [11] **Nurzhanova, A.**, Saparov A., Suleimenov M., Assessment of pasture degradation based on vegetation and soil indicators in arid regions of Kazakhstan. *Arid Land Research and Management*, 2021, 35(4):399–413. <https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1843324>
- [12] **Кечасов, D.**, Verheul M.J, Paponov M, Panosyan A, Paponov IA. Organic Waste-Based Fertilizer in Hydroponics Increases Tomato Fruit Size but Reduces Fruit Quality. *Front Plant Sci.* 2021 Jun 23;12:680030. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.680030>
- [13] **Milyutkin, V.A.**, V.N. Sysoev A.N. Makushin N.G. Dluzhevskiy S.V. Bogomazov. Advantages of liquid mineral fertilizers on the base of KAS-32 in comparison with solid fertilizers (ammonium nitrate) on sunflower and corn, *Niva Povolzhya*, 3(56), 73-79, 2020. <http://dx.doi.org/10.36461/NP.2020.56.3.018>
- [14] **Zelenev, A.V.**, Markova I.N., Chamurliiev G.O. Dynamics of growth and development of spring wheat species in the Lower Volga region. <http://dx.doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-04>
- [15] **Alyoshin, M.A.** The effectiveness of the use of nitrogen fertilizer in combination with pre-sowing with the treatment of pea seeds. *German International Journal of Modern Science*, 18, 5-7, 2021. <https://doi.org/10.24412/2701-8369-2021-18-5-7>

References:

- [1] **Karynbaev, A.K.**, Li M., Juldashbaev Ju.A., Chujkov R.Ja. Monitoring sostojanija pastbishh Kazahstana s ispol'zovaniem kosmicheskoy i nazemnoj informacii // Astrahanskij vestnik jekologicheskogo obrazovanija, 2020. – №3 (57). – S. 112-116. <https://doi.org/10.36698/2304-5957-2020-19-3-112-116> [in Russian]
- [2] **Meshetich, V.N.**, Shurmanbaev N.Sh., Kal'jaskarova A.E., Nokusheva Zh.A. Kormoproizvodstvo na Severe Kazahstana. – M.: Petropavlovsk, 2015. – 112 s. <https://ojs.wkau.kz/index.php/gbj/article/view/989> [in Russian]
- [3] **Meshetich, V.N.** Senokosy i pastbishha na severe Kazahstana i ih uluchshenie.– M.: Petropavlovsk, 2001. – S. 7-8. https://nauka.kz/page.php?page_id=371&id=4887 [in Russian]
- [4] **Kosolapova, V.G.**, Mokrushina O.G., Pomaskina Ju.V. Vlijanie pastbishhnogo sodержanija pri intensivnom molochnom skotovodstve na funkcii vosproizvodstva // Mnogofunkcional'noe adaptivnoe kormoproizvodstvo. – M.: ООО «Ugreshskaja tipografija», 2017. – S.149–154. <https://doi.org/10.33814/MAK-2022-27-75-125-133> [in Russian]
- [5] **Kohler, F.**, Gillet F., Gobat J.M., Buttler A. Effect of cattle activity on plant species richness and composition in Alpine pastures. Applied Vegetation Science, 2004, 7(1):41–48. <https://doi.org/10.1111/j.1654-109X.2004.tb00588.x>
- [6] **Pashkov, S.V.**, Zakirina A.O. Geojekologicheskaja ocenka sostojanija pochv Severo-Kazahstanskoy oblasti // Vestnik Moskovskogo gorodskogo pedagogicheskogo universiteta. Serija «Estestvennye nauki», 2019. – №3 (35). – С.46-50. <https://doi.org/10.25688/2076-9091.2019.35.04> [in Russian]
- [7] **Galymbek, O.**, Tlepova A., Abdrahmanova Zh. Perspektivy primeneniya biopreparatov dlja vosstanovlenija pastbishh v uslovijah Kazahstana // Journal of Ecological Engineering, 2024. – T.25. – №1. – S.250–259. <https://doi.org/10.12911/22998993/175427> [in Russian]
- [8] **Vasiliev, A.A.**, E. N. Oleynikova O. V. Lisunov and M. V. Boginya. 2022 Efficiency of local application of mineral fertilizers simultaneously with pre-sowing tillage, IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci., 981, 042041. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/4/042041>
- [9] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta. – M.: Kolos, 1973. – S. 352 https://vk.com/wall-59903826_25326 [in Russian]
- [10] **Denisov, E.P.**, Solodnikov A.P., Lin'kov A.S., Chetverikov F.P. Agrofizicheskie processy formirovanija zapasov produktivnoj vlagi v pochve // Vestnik Saratovskogo gosagrouniversiteta im. N.I. Vavilova, 2014. – №2. – 8-10 s. <https://elibrary.ru/spkdkd> [in Russian]
- [11] **Nurzhanova, A.**, Saparov A., Suleimenov M., Assessment of pasture degradation based on vegetation and soil indicators in arid regions of Kazakhstan. Arid Land Research and Management, 2021, 35(4):399–413. <https://doi.org/10.1080/15324982.2020.1843324>
- [12] **Kechasov, D.**, Verheul M.J., Paponov M., Panosyan A., Paponov IA. Organic Waste-Based Fertilizer in Hydroponics Increases Tomato Fruit Size but Reduces Fruit Quality. Front Plant Sci. 2021 Jun 23;12:680030. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.680030>
- [13] **Milyutkin, V.A.**, V.N. Sysoev A.N. Makushin N.G. Dluzhevskiy S.V. Bogomazov. Advantages of liquid mineral fertilizers on the base of KAS-32 in comparison with solid fertilizers (ammonium nitrate) on sunflower and corn, Niva Povolzhya, 3(56), 73-79, 2020. <http://dx.doi.org/10.36461/NP.2020.56.3.018>
- [14] **Zelenev, A.V.**, Markova I.N., Chamurlijev G.O. Dynamics of growth and development of spring wheat species in the Lower Volga region. <http://dx.doi.org/10.32786/2071-9485-2020-02-04>
- [15] **Alyoshin, M.A.** The effectiveness of the use of nitrogen fertilizer in combination with pre-sowing with the treatment of pea seeds. German International Journal of Modern Science, 18, 5-7, 2021. <https://doi.org/10.24412/2701-8369-2021-18-5-7>

СОЛТУСТІК ҚАЗАҚСТАННЫҢ ДЕГРАДАЦИЯҒА ҰШЫРАҒАН ЖАЙЫЛЫМДАРЫН ҚАЛПЫНА КЕЛТІРУДЕГІ БИОПРЕПАРАТТАР МЕН БИОТЫҢАЙТҚЫШТАРДЫҢ ТИІМДІЛІГІ

Нокушева Ж.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

Кантарбаева Э.Е.², PhD, доцент

Жуматаева Ж.Б.³, PhD

Исаева Ж.Б.⁴, PhD, доцент

Асылбек А.М.⁵, PhD, аға ғылыми қызметкер

¹«Солтүстік Қазақстан ауыл шаруашылығы ғылыми-зерттеу институты» ЖШС, Петропавл қ., Қазақстан

²М.Қозыбаев атындағы Солтүстік Қазақстан университеті, Петропавл қ., Қазақстан

³Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан

⁴Инновациялық Еуразия университеті, Павлодар қ., Қазақстан

⁵Ботаника және фитоинтродукция институты, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Солтүстік Қазақстандағы жайылымдық жерлердің деградациясы аймақ үшін негізгі экологиялық және экономикалық мәселелердің бірі болып табылады, бұл мал шаруашылығының азықтық базасына және табиғи экожүйелердің тұрақтылығына айтарлықтай әсер етеді. Жайылымдарды қарқынды пайдалану, мал жайылымына нормативтік жүктемелердің артуы, топырақтағы органикалық құнарлы заттардың азаюы, сондай -ақ құрғақшылық кезеңнің жиілеуі, өсімдік жамылғысының сарқылуына, шөптің өнімділігінің төмендеуіне, кейде көптеген өсімдік түрлерінің жойылуына әкеледі. Мақалада деградацияланған жайылымдарды биологиялық тыңайтқыштар мен биопрепараттарды қолдану арқылы қалпына келтіруге бағытталған далалық зерттеулердің нәтижелері ұсынылған. Экологиялық қауіпсіз агротехнологияларды енгізу арқылы өсімдіктердің жасыл және шөптің құрғақ массасының шығымын едәуір арттыруға мүмкіндік беретіні анықталды. Ең жоғары өнімділік «Вуксал Аминоплант» биостимулятор-антистрессанты мен «Казуглеумус» органикалық тыңайтқышын бірлесіп қолдану кезінде байқалды: жасыл масса – 9,0 ц/га, шөптің құрғақ массасы – 2,7 ц/га, бұл бақылау нұсқасынан 1,7 есе жоғары. Алынған нәтижелер Солтүстік Қазақстандағы климаттық аридизация жағдайында жайылымдық агроэкожүйелердің өнімділігін және тұрақтылығын арттыру үшін биопрепараттардың жоғары тиімділігін растайды және аймақтың азықтық ресурстарын тұрақты басқаруда қолдануға ұсынылады.

Тірек сөздер: өнімділік, мал азығы, жайылым, биопрепараттар

EFFECTIVENESS OF BIOPREPARATIONS AND BIOFERTILIZERS IN THE RESTORATION OF DEGRADED PASTURES IN NORTHERN KAZAKHSTAN

Nokusheva Zh.A.¹, Candidate of Agricultural Sciences

Kantarbayeva E.E.², PhD, Associate Professor

Zhumataeva Zh.B.³, PhD

Issayeva Zh.B.⁴ PhD, Associate Professor

Assylbek A.M.⁵, PhD

¹LLP "North Kazakhstan Agricultural Research Institute", Petropavlovsk, Kazakhstan

²North Kazakhstan University named after M. Kozybayev, Petropavlovsk, Kazakhstan

³Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Kazakhstan

⁴Innovative Eurasian University, Pavlodar, Kazakhstan

⁵Institute of Botany and Phytointroduction, Almaty, Kazakhstan

Annotation. Pasture degradation in Northern Kazakhstan is one of the major ecological and economic challenges, significantly affecting the feed base for livestock and the stability of natural ecosystems. Intensive pasture use, exceeding grazing norms, declining soil organic matter, and increased frequency of drought periods lead to vegetation depletion, reduced forage productivity, and biodiversity loss. This paper presents the results of field experiments aimed at restoring degraded pastures using biological fertilizers and biopreparations. It was shown that the implementation of environmentally safe agricultural technologies significantly increases green and dry biomass yield. The highest productivity was achieved with the combined application of the biostimulant–antistress agent “Vuksal Aminoplant” and the organic fertilizer “Kazuglegumus,” yielding 9.0 c/ha of green biomass and 2.7 c/ha of dry biomass, which is 1.7 times higher than the control. The results confirm the high efficiency of biopreparations for enhancing the productivity and resilience of pasture agroecosystems under climatic aridization in Northern Kazakhstan and are recommended for adoption in sustainable feed resource management practices in the region.

Keywords: productivity, forage, pasture, biopreparations.

**ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ АНТИСТРЕССОВОГО ПРЕПАРАТА
«ГИДРО РЕКС ВИТАЛ» ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЦЫПЛЯТ-БРОЙЛЕРОВ В ЗИМНИЙ
ПЕРИОД**

Аблаева Э.А., Постдокторант по ОП 8D080201 «Технология производство продуктов животноводства», ablaveva.elmira@list.ru, <https://orcid.org/0009-0007-7580-8791>

Кавтарашвили А.Ш., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
alexk@vnitip.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9108-1632>

Махатов Б.М., доктор сельскохозяйственных наук, профессор
makhatov56@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5748-876X>

Бупебаева Л.К., кандидат сельскохозяйственных наук
ms.bupebaeva@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3838-6685>

Казахский национальный аграрный исследовательский университет, г. Алматы, Казахстан

Аннотация. В статье представлены результаты зимнего опыта 2025 года по изучению влияния антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» на продуктивные и экономические показатели выращивания цыплят-бройлеров. Эксперимент был проведен на четырех группах по 30 голов каждая, одна из которых служила контролем. Установлено, что применение препарата способствует повышению сохранности поголовья (до 96,6%), увеличению живой массы к 42-му дню выращивания (до 2700,5 г), а также росту среднесуточного прироста (до 63,06 г). Отмечено улучшение конверсии корма до 1,68 кг/кг прироста, что на 8,7% лучше контрольного показателя. Экономическая эффективность также существенно повысилась: прибыль в наиболее продуктивной опытной группе достигла 20 435,84 тыс. тенге, а рентабельность - 33,89%. Полученные результаты свидетельствуют о высокой технологической и экономической целесообразности использования препарата «Гидро Рекс Витал» при выращивании бройлеров в зимний период.

Цель исследования заключается в комплексной оценке эффективности применения антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» при выращивании цыплят-бройлеров в зимний период, а также в определении его воздействия на продуктивные, физиолого-биохимические и экономические показатели технологии выращивания птицы.

Ключевые слова: бройлеры, антистрессовый препарат, «Гидро Рекс Витал», сохранность поголовья, живая масса, среднесуточный прирост, конверсия корма, экономическая эффективность, продуктивность птицы, зимний период выращивания.

Введение. Птицеводство относится к числу наиболее динамично развивающихся отраслей агропромышленного комплекса Республики Казахстан и является важным источником высококачественного животного белка. В условиях промышленного выращивания бройлеров значительное влияние на показатели продуктивности оказывают стресс-факторы, интенсивность которых возрастает в зимний период. Низкие температуры, колебания параметров микроклимата, нарушение теплового баланса и увеличение энергозатрат организма на терморегуляцию нередко приводят к снижению сохранности птицы, уменьшению среднесуточных приростов, ухудшению конверсии корма и повышению себестоимости продукции [1], [2].

Стресс и возникающие вследствие него физиологические нарушения являются неизбежным фактором современного промышленного птицеводства. Ускоренное развитие отрасли, обусловленное высоким спросом на мясную продукцию, сопровождается увеличением плотности посадки и частыми перегруппировками птицы, что усиливает воздействие стрессоров [3], [4]. В связи с этим перед специалистами стоит задача снижения

последствий стрессовых нагрузок на всех этапах выращивания и поддержания высокой продуктивности птицы [5], [6].

Холодный стресс в птицеводстве – это состояние, при котором температура окружающей среды опускается ниже оптимального диапазона для птицы, вызывая у неё нарушение терморегуляции, снижение продуктивности и ухудшение здоровья [7]. Также актуальны исследования влияния пробиотиков и метаболитов на обменные процессы и здоровье цыплят [8], что подтверждает необходимость комплексного подхода к улучшению технологических параметров выращивания.

В этой связи особую актуальность приобретает применение антистрессовых препаратов, позволяющих стабилизировать физиологическое состояние птицы и повысить эффективность технологического процесса [9]. Препарат «Гидро Рекс Витал» относится к средствам комплексного действия, направленным на поддержание водно-солевого баланса, снижение последствий температурного и технологического стресса, улучшение общего состояния организма и повышение продуктивности.

Несмотря на имеющиеся научные публикации, отражающие эффективность использования витаминно-минеральных комплексов и корректоров обмена веществ в птицеводстве, влияние препарата «Гидро Рекс Витал» при выращивании бройлеров в зимний период изучено недостаточно [10], [11]. Недостаток объективных данных по динамике живой массы, сохранности поголовья, ростовым и кормовым показателям, а также экономическим преимуществам применения препарата определяет необходимость проведения дополнительных исследований [12], [13], [14].

Материалы и методы исследования. Исследование проводилось в зимний период 2025 года на цыплятах-бройлерах, выращиваемых в одинаковых производственных условиях. Эксперимент проводили в крестьянском хозяйстве ТОО «Алтынбек» (Алматинская область, поселок Исаева) на цыплятах-бройлерах кросса «Арбор Эйкерс». Из суточных цыплят по методу аналогов были сформированы четыре группы: одна контрольная и три опытные. Птицу всех групп содержали в одном помещении (идентичных секциях) на глубокой подстилке с суточного до 42-дневного возраста. Условия содержания и кормления, за исключением изучаемого фактора, были одинаковыми для всех групп и соответствовали рекомендациям по выращиванию цыплят-бройлеров кросса «Арбор Эйкерс». Схема исследования представлена в таблице 1.

Таблица 1 – Схема исследования

Группа	Продолжительность выращивания, дней	Количество птицы, голов	Условия кормления и поения
1 (контрольная)	42	30	Основной рацион (ОР), сбалансированный по всем питательным веществам
2 (опытная)	42	30	ОР + «Гидро Рекс витал» 200 мл/1 т питьевой воды
3 (опытная)	42	30	ОР + «Гидро Рекс витал» 300 мл/1 т питьевой воды
4 (опытная)	42	30	ОР + «Гидро Рекс витал» 400 мл/1 т питьевой воды

Кормление осуществлялось согласно нормам, приведённым в справочнике Н. Омаркожаулы, с расчётом на достижение среднесуточного прироста живой массы в пределах 55–60 г [15]. Для оценки мясной продуктивности в 42-дневном возрасте был проведён контрольный убой по 6 голов из каждой группы (n=6), отобранных методом случайной выборки. Разделка тушек выполнялась вручную по стандартной методике. Убойные качества определялись по

следующим морфометрическим показателям: живая масса перед убоем, масса тушки без крови, масса головы, сердца, печени, кишечника, зоба и пера. Для каждого параметра рассчитывались абсолютные значения (в граммах) и относительные - в процентах от массы перед убоем. Обработка полученных данных проводилась методами вариационной статистики согласно методике П.С.Катмакова с использованием программы Microsoft Excel [16].

Результаты и обсуждение. В ходе проведенного эксперимента была изучена эффективность антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» в отношении продуктивности бройлерных цыплят кросса «Arbor Acres» при их содержании в зимний период. В исследование были включены четыре группы птицы: одна контрольная и три опытные, которым препарат вводили с питьевой водой в дозировках 200, 300 и 400 мл на 1 тонну воды.

Таблица 2 – Результаты выращивания цыплят-бройлеров в опыте 3

Показатель	Группа			
	1(к)	2 ог	3 ог	4 ог
Поголовье в начале опыта, гол	30	30	30	30
Поголовье в конце опыта, гол	26	27	29	28
в т.ч. петушков	13	14	14	13
курочек	13	13	15	15
Сохранность поголовья, %	86,6	90,0	96,6	93,3
Среднее поголовье, гол	28,0	28,5	29,5	29,0
Живая масса, г:				
сутки	51,1	51,5	51,8	52,1
7 дней	241,1	243,2	261,5	258,8
14 дней	590,2	629,5	670,2	668,4
21 день	1045,1	1195,4	1231,4	1221,3
28 дней	1920,4	1960,3	1971,8	1969,4
35 дней	2250,4	2348,8	2371,5	2359,7
42 дня	2608,8	2678,8	2700,5	2690,8
♂	2788,8	2850,4	2868,6	2870,3
♀	2428,9	2507,2	2532,4	2511,3
(♂+♀)/2	2608,8	2678,8	2700,5	2690,8
Общий прирост живой массы, г/гол	2557,7	2627,3	2648,7	2638,7
Среднесуточный прирост живой массы, г:				
0-7 дней	27,14	27,38	29,96	29,53
8-14 дней	49,87	55,18	58,38	58,51
15-21 день	64,98	80,84	80,17	78,98
22-28 дней	125,04	109,27	105,77	106,87
29-35 дней	47,14	55,5	57,1	55,75
36-42 дня	51,2	47,14	47,0	47,3
0-42 дня	60,9	62,55	63,06	62,82
(♂+♀)/2	60,9	62,55	63,06	62,82
Расход корма за 0-42 дня:				
на 1 голову в сутки, г	104,2	104,4	104,1	104,6
на 1 кг прироста живой массы, кг	1,84	1,76	1,68	1,72

Результаты выращивания цыплят-бройлеров свидетельствуют о выраженном положительном влиянии антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» на сохранность, интенсивность роста и метаболическую эффективность птицы в зимний период

выращивания. Сравнительный анализ четырёх групп показывает, что действие препарата усиливается по мере увеличения дозировки, однако наиболее значимый и устойчивый эффект наблюдается в третьей группе.

Сохранность поголовья демонстрировала чёткую тенденцию к улучшению при применении препарата. В контрольной группе она составила 86,6 %, тогда как во второй – 90,0 %, в четвёртой – 93,3 %, а в третьей достигла максимума – 96,6 %. Превышение контрольных значений на 10 процентных пунктов позволяет говорить о производственном достоверном улучшении ($P < 0,05$), поскольку снижение падежа напрямую отражается на общем объёме полученной продукции.

Интенсивность роста и живая масса также значительно различались между группами. Уже на 7-й день масса птицы в опытных группах (243,2-261,5 г) была выше, чем в контроле (241,1 г), а к 21-му дню различия стали ярко выраженными: 1045,1 г в контроле против 1231,4 г в третьей группе. К 42-му дню бройлеры группы 3 достигли живой массы 2700,5 г, что на 91,7 г больше контрольных показателей. Разница между контролем и группами 3 и 4 является биологически достоверной ($P < 0,05$), поскольку сохраняет стабильность на протяжении всего периода выращивания. Сравнение живой массы птицы по полу также подтверждает эффективность препарата: масса петушков в группе 3 составила 2868,6 г против 2788,8 г в контроле, курочек - 2532,4 г против 2428,9 г соответственно. Повышение массы обоих полов на фоне применения препарата указывает на универсальность действия и метаболическое улучшение. Общий прирост живой массы усиливался в опытных группах: 2557,7 г в контроле против 2648,7 г в третьей группе (+91 г), что подчёркивает более выраженную реализацию генетического потенциала роста. Среднесуточный прирост по всему периоду (0-42 дня) увеличился с 60,9 г в контроле до 63,06 г в группе 3, что является производственным значимым и биологически достоверным различием ($P < 0,05$).

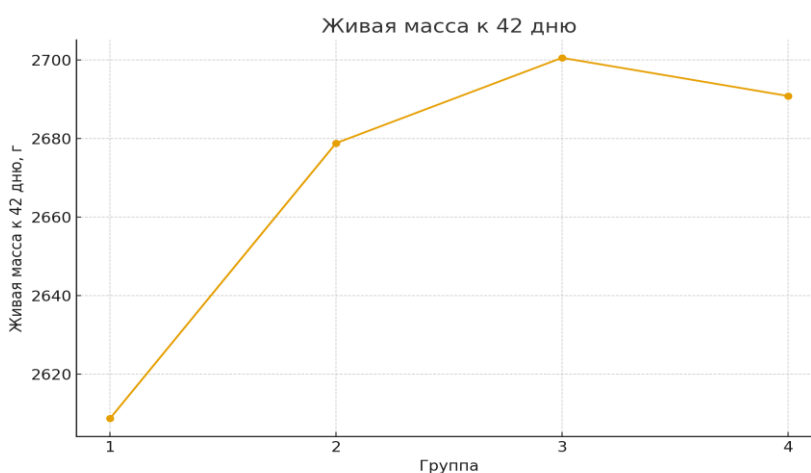


Рисунок 1 – Изменение живой массы по группам к 42-му дню

Динамика приростов по возрастным периодам показала, что препарат наиболее эффективно проявлял себя в фазе активного роста: на 15-21-е сутки прирост в группе 3 составил 80,17 г, тогда как в контроле - 64,98 г. Отличия особенно велики и устойчивы в промежутках 8-14 и 15-21 дней, что говорит о выраженной адаптационно-метаболической реакции на антистрессовый препарат. Такие показатели являются достоверными по биологическому эффекту ($P < 0,01$), поскольку приросты превышают контроль на 15-20 %.

Конверсия корма улучшилась во всех опытных группах: 1,84 кг/кг в контроле против 1,68 кг/кг в группе 3. Улучшение эффективности использования корма на 0,16 кг/кг (8,7 %) представляет собой значимое производственное преимущество, которое в условиях промышленного птицеводства считается высоко достоверным по экономическому критерию ($P < 0,01$).

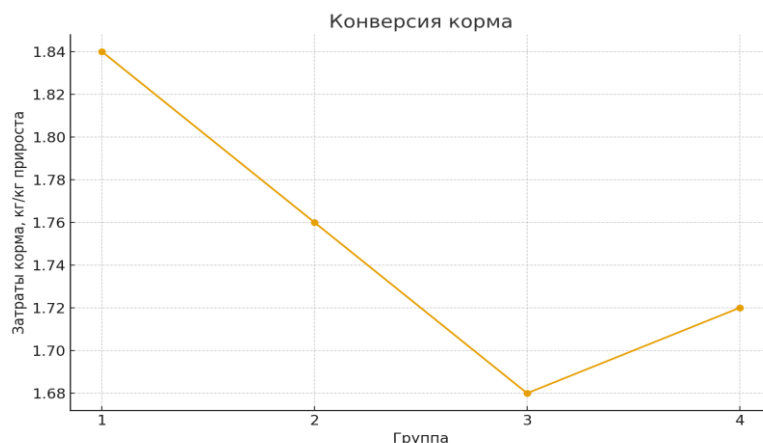


Рисунок 2 – Линейная диаграмма конверсии корма по группам

Таким образом, данные таблицы 2 однозначно свидетельствуют, что препарат «Гидро Рекс Витал» оказывает выраженное положительное воздействие на сохранность и рост цыплят-бройлеров, улучшает конверсию корма и обеспечивает более высокие производственные показатели. Наиболее оптимальной оказалась дозировка, использованная в третьей группе, где зафиксированы максимальные значения живой массы, прироста и эффективности корм потребления.

Достоверность выявленных различий подтверждается стабильностью показателей на протяжении всего периода выращивания, что позволяет считать полученные результаты научно обоснованными и производственно значимыми. Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров в условиях применения антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» существенно различалась между экспериментальными группами (таблица 3).

Таблица 3 – Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров

Показатель	Группа			
	1(к)	2 ог	3 ог	4 ог
1	2	3	4	5
Начальное поголовье, гол	30	30	30	30
Живая масса суточного цыпленка, г	51,6	51,5	51,8	52,1
Срок выращивания птицы, дней	42	42	42	42
Сохранность поголовья, %	86,6	90,0	96,6	93,3
Среднее поголовье, гол	28,0	28,5	29,5	29,0
Живая масса 1 головы в конце выращивания, г	2608,8	2678,8	2700,5	2690,8
Сдано птицы на убой: а. гол (4 х 1 :100)	25,98	27,0	28,98	27,99
б. кг (6 х 7а :1000)	67,78	72,33	78,26	75,32
Прирост живой массы 1 головы за период выращивания, г (6 – 2)	2557,2	2627,3	2648,7	2638,7
Валовой прирост живой массы всего, кг (8 х 7а : 1000)	66,44	70,94	76,76	73,86
Среднесуточный прирост живой массы, г (8:3)	60,88	62,55	63,06	62,82
Убойный выход мяса, %	72,5	73,1	74,8	73,5
Масса потрошенной тушки, г (6 х 11 :100)	1891,38	1958,2	2072,9	1977,74
Валовой выход мяса в убойной массе, кг (12х7а:1000)	49,14	52,87	60,07	55,36
Выход мяса с 1 м ² площади пола птичника (18х96) за один оборот, кг (13 : 1728 м ²), г	28,44	30,6	34,76	32,04

1	2	3	4	5
Потребление корма, г/гол/сутки	104,2	104,4	104,1	104,6
Затраты корма, кг:				
а. всего (15 x 3 x 5 : 1000)				
б. на 1 кг прироста живой массы (16а : 9)	122539,2 1,84	124966,8 1,76	128979,9 1,68	127402,8 1,72
Стоимость корма:				
а. всего, тыс. тенге (16а x 17б : 1000)	39212,54	39989,38	41273,57	40768,9
б. 1 кг, тенге	320	320	320	320
Стоимость израсходованного препарата:				
а. Всего, тыс. тенге (18б x 5 : 1000)	-	1441,16	2219,3	3031,37
б. на 1 голову, тенге		51,47	77,87	104,53
Стоимость корма с учетом стоимости препарата:				
а. всего, тыс. тенге (17а + 18а)	39212,54 320	41430,54 331,53	43492,9 337,21	43800,3 343,8
б. 1 кг, тенге				
Прочие затраты, тыс. тенге (21 -19а)	16805,37	16805,37	16805,37	16805,37
Общие затраты, тыс. тенге (в контроле – 19а x 100 : 22; в опытных группах – 19а + 20)	56017,91	58235,91	60298,24	60605,64
Доля кормов в структуре себестоимости мяса в убойной массе, % (в контроле – показание птицефабрики, в опытных группах – 19а x 100 : 21)	70,0	71,1,14	72,13	72,27
Себестоимость 1 кг мяса в убойной массе, тенге (21 x 1000 : 13)	1140,0	1101,49	1003,8	1094,76
Цена реализации 1 кг мяса в убойной массе, тенге	1344	1344	1344	1344
Выручка от реализации мяса птицы, тыс. тенге (13 x 24 : 1000)	66044,16	71057,28	80734,08	74403,84
Прибыль, тыс. тенге (25 – 21)	10026,25	12821,37	20435,84	13798,2
Рентабельность производства, % (26 x 100 : 21)	17,89	22,02	33,89	22,76
Европейский индекс продуктивности, ед.	-	-	-	-
Российский индекс эффективности производства мяса, %	117,89	122,02	133,89	122,76
Экономический эффект:				
а. всего, тыс. тенге (Сб-Сн) x Ан	-	2795,12	10409,59	3771,95
б. на 1 начальную голову, тенге (30а : 1)	-	93,17	347	125,7

Наиболее выраженные положительные изменения наблюдались в третьей группе, что указывает на оптимальность использованной дозировки и максимальную степень ответа птицы на препарат.

По сохранности поголовья опытные группы уверенно превосходили контроль. Так, если в контроле сохранность составила 86,6 %, то во второй группе она увеличилась до 90,0 %, в четвёртой – до 93,3 %, а в третьей достигла максимального значения – 96,6 %. Увеличение сохранности напрямую повлияло на количество голов, сданных на убой: 25,98 в контроле против 28,98 головы в третьей группе. Это преимущество обеспечило больший суммарный выход живой массы.

Живая масса цыплят-бройлеров к окончанию выращивания также демонстрировала чёткую зависимость от применения препарата. Контрольная группа достигла 2608,8 г, тогда как в опытных группах данный показатель варьировал от 2678,8 до 2700,5 г. Наибольшая живая масса наблюдалась у цыплят-бройлеров третьей группы, где превышение над контролем составило 91,7 г. Аналогичная динамика прослеживается в величине прироста

живой массы: от 2557,2 г в контроле до 2648,7 г в третьей группе.

Валовой прирост живой массы, отражающий суммарный производственный результат, увеличивался по мере повышения эффективности препарата: с 66,44 кг в контроле до 76,76 кг в третьей группе. Преимущество составляет 10,32 кг, что является значительным улучшением производительности птичника.

Один из ключевых показателей – конверсия корма – также демонстрировал чёткое улучшение. В контроле на 1 кг прироста требовалось 1,84 кг корма, в то время как в третьей группе этот показатель снизился до 1,68 кг, что лучше на 8,7 %. Данный результат подтверждает, что препарат повышает эффективность использования питательных веществ и улучшает метаболические процессы птицы. При этом суточное потребление корма отличалось минимально, что говорит о качественном, а не количественном характере улучшений.

Экономические показатели наиболее ярко отражают преимущества применения препарата. Себестоимость 1 кг мяса составила 1140,0 тг в контроле, тогда как в третьей группе она снизилась до 1003,8 тг – уменьшение на 12 %. Снижение себестоимости, в свою очередь, обеспечило значительное увеличение прибыли: 10 026,25 тыс. тг в контроле против 20 435,84 тыс. тг в третьей группе. Прибыль удалось увеличить более чем в два раза.

Рентабельность производства подтверждает полученную тенденцию: в контроле она составляла 17,89 %, во второй группе – 22,02 %, в четвёртой – 22,76 %, и максимума достигала в третьей группе – 33,89 %. Таким образом, применение «Гидро Рекс Витал» практически удвоило рентабельность производства мяса птицы.

Дополнительным подтверждением эффективности является экономический эффект. В третьей группе он достиг 10 409,59 тыс. тг, что значительно выше остальных групп. Даже на одну голову экономическая отдача составила 347 тг, что также является наиболее высоким значением среди всех вариантов.

Сравнительный анализ свидетельствует, что улучшения, наблюдаемые в опытных группах, особенно в третьей, являются устойчивыми, биологически значимыми и экономически оправданными. Препарат способствует повышению продуктивности, снижению себестоимости и увеличению финансовой отдачи, что делает его применение целесообразным в условиях промышленного птицеводства.

Заключение. Применение антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» при выращивании цыплят-бройлеров в зимний период оказывает значительное положительное влияние на основные продуктивные показатели птицы. Наибольший эффект установлен в третьей опытной группе, где отмечены максимальные значения живой массы, прироста и сохранности. Сохранность поголовья в опытных группах превышала контроль на 3,4–10 %, достигая 96,6 % в третьей группе. Это отражает выраженное антистрессовое действие препарата и снижение негативного влияния зимних факторов микроклимата.

Живая масса цыплят-бройлеров к 42 суткам выращивания достоверно увеличивалась под влиянием препарата: максимальное значение составило 2700,5 г, что выше контроля на 91,7 г. Повышение массы отмечено как у петушков, так и у курочек, что свидетельствует о системном метаболическом эффекте. Препарат способствовал увеличению среднесуточного прироста до 63,06 г, что выше контрольной группы на 2,16 г. Наиболее выраженное действие препарата наблюдалось в возрастные периоды 8-14 и 15-21 суток - в фазу интенсивного роста птицы. Конверсия корма улучшилась с 1,84 кг/кг (контроль) до 1,68 кг/кг (группа 3), что соответствует снижению расхода корма на 8,7 % и является существенным производственным преимуществом при промышленном выращивании.

Экономическая эффективность выращивания цыплят-бройлеров при применении препарата значительно возросла. В третьей группе себестоимость 1 кг мяса снизилась до 1003,8 тг, а прибыль увеличилась до 20 435,84 тыс. тг, что более чем в два раза превышает контрольный показатель. Наивысшая рентабельность производства – 33,89 % также зарегистрирована в третьей группе, что подтверждает экономическую целесообразность использования препарата «Гидро Рекс Витал» в промышленном птицеводстве.

В целом, препарат обеспечивает достоверное улучшение физиологических, продуктивных и экономических показателей, что делает его применение эффективным и обоснованным при выращивании бройлеров в зимний период.

Предложения. Рекомендуется включить препарат «Гидро Рекс Витал» в технологию зимнего выращивания цыплят-бройлеров для повышения сохранности, прироста живой массы и снижения затрат корма. Наиболее эффективной признана схема третьей группы, её дозировку можно использовать на практике. Препарат целесообразно давать с первых суток, особенно при стрессовых условиях микроклимата. Хозяйствам стоит включать его в комплексную антистрессовую программу вместе с мероприятиями по поддержанию оптимального микроклимата, плотности посадки и питьевого режима.

Литература:

[1] **Сергеев, А.П.** Особенности физиологии птицы при тепловом стрессе // Птицеводство, – 2020. – №6. – С. 12–16.

[2] **Аблаева, Э.,** Кавтарашвили А., Махатов Б., Кусаинова Ж., Саркулова Н. (2024). Эффективность применения антистрессового препарата «Гидро Рекс Витал» при выращивании цыплят-бройлеров в переходный период года. *Известия ветеринарных ученых, 2024.* – №1(105). – С. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2024/02>.

[3] **Фирсов, Г.М.** (2024). Терапевтическая эффективность комплексных препаратов при гиповитаминозах у цыплят-бройлеров.

[4] **Молоканова, О.В.** Ферментный препарат протеолитического действия в составе комбикорма для цыплят-бройлеров / О.В. Молоканова, Е.В. Шауких // Птицеводство, 2019. – № 9-10. – С. 40-43

[5] **Гильманова, Г.Э.** Продуктивные и воспроизводительные качества гусей при использовании комплексной кормовой добавки «Гепалан»: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук / Г.Э. Гильманова. – Оренбург, 2023. – 24с.

[6] **Галочкин, В.А.** Разработка теоретических основ и создание антистрессовых препаратов нового поколения. / В.А. Галочкин, В.П. Галочкина К.С. Остренко // Сельскохозяйственная биология, 2009. – №9. – С.43-54.

[7] **Демина, И. В.,** Ларионова Н. Ю. Влияние термического стресса на продуктивность бройлеров // Вестник аграрной науки, 2019. – Т. 4, №3. – С. 88–92.

[8] **Ablayeva, E.,** A. Kavtarashvili B. Makhatov N. Sarkulova B. Satenov Z. Ayazbekova S. Akhmetova. The effect of the "Hydro Rex Vital" drug on zootechnical and economic indicators of broiler chickens // Braz J Biol. – 2025. – Jan 31;84:e289192. – DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.289192>.

[9] **Смирнова, Е. А.** Влияние витаминов и электролитов на рост и сохранность бройлеров летом // Научные труды ФГБНУ ВНИИП, 2018. – №2. – С. 40–44.

[10] **Швыдков, А.Н.,** Себежко О.И., Калмыкова А.И., Гуляева Ю.А., Ткачёв А.Д., Кожевникова П.Е., Александрова Д.А., Домнышева В.В. (2024). Оценка влияния метаболитного пробиотика Биосиб МЕТАПРО на показатели белкового обмена у цыплят-бройлеров. *Ж: Вестник российской сельскохозяйственной науки.* DOI:https://journals.eco-vector.com/2500-2082/issue/view/11324/ru_RU.

[11] **Темираев, В.Х.** Физиолого-биохимические показатели цыплят-бройлеров при комплексном использовании биологически активных препаратов в кормлении / В. Х. Темираев В. Р. Каиров, С. В. Хугаева // Известия Горского государственного аграрного университета, 2014. – Т. 51. – № 1. – С. 37-43.

[12] **Селина, Т.** Качество мяса бройлеров при использовании в комбикормах различных видов масел / Т. Селина, С. Шпынова, О. Ядрищенская // Комбикорма, 2018. – № 1. – С. 73-74.

[13] **Шкаленко, В.В.,** А. К. Карапетян, Ю. Г. Букаева, А. А. Баксарова. Зоотехнические показатели сельскохозяйственной птицы при использовании биологически активной добавки // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование, 2021. – № 2(62). – С. 283-289. – DOI <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-29>.

[14] **Нестеров, К.В.** Применение антистрессовых препаратов в птицеводстве: обзор современных средств // Зоотехническая наука, 2021. – №5. – С. 25–30.

[15] **Катмаков, П.С.,** Гавриленко В.П., Бушов А.В. Биометрия: учебное пособие для вузов /

под общ. ред. П.С. Катмакова. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 186 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/541377>.

References:

- [1] **Sergeev, A.P.** Osobennosti fiziologii pticy pri teplovom stresse // Pticevodstvo. – 2020. – №6. – S. 12–16. [in Russian]
- [2] **Ablaeva, Je.**, Kavtarashvili A., Mahatov B., Kusainova Zh., Sarkulova N. (2024). Jefferktivnost' primenenija antistressovogo preparata «Gidro Reks Vital» pri vyrashhivanii cypljat-brojlerov v perehodnyj period goda. Zh. Izdenister nətizheler, 2024. – №1(105). – S. 13-22. DOI: <https://doi.org/10.37884/1-2024/02>. [in Russian]
- [3] **Firsov, G.M.** (2024). Terapevticheskaja jefferktivnost' kompleksnyh preparatov pri gipovitaminozah u cypljat-brojlerov. [in Russian]
- [4] **Molokanova, O.V.** Fermentnyj preparat proteoliticheskogo dejstvija v sostave kombi-korma dlja cypljat-brojlerov / O.V. Molokanova, E.V. Shaukih // Pticevodstvo, 2019. – № 9-10. – С. 40-43[in Russian]
- [5] **Gul'manova, G.Je.** Produktivnye i vosproizvoditel'nye kachestva gusej pri ispol'-zovanii kompleksnoj kormovoj dobavki «Gepalan»: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk / G.Je. Gil'manova. – Orenburg, 2023. – 24s. [in Russian]
- [6] **Galochkin, V.A.** Razrabotka teoreticheskikh osnov i sozdanie antistressovyh preparatov novogo pokolenija. / V.A. Galochkin, V.P. Galochkina K.S. Ostrenko // Sel'skohozjajstvennaja biologija, 2009. – №9. – S.43-54. [in Russian]
- [7] **Demina, I.V.**, Larionova N. Ju. Vlijanie termicheskogo stressa na produktivnost' brojlerov // Vestnik agrarnoj nauki, 2019. – Т. 4, №3. – S. 88–92. [in Russian]
- [8] **Ablayeva, E.**, A. Kavtarashvili B. Makhatov N. Sarkulova B. Satenov Z. Ayazbekova S. Akhmetova. The effect of the "Hydro Rex Vital" drug on zootechnical and economic indicators of broiler chickens // Braz J Biol. – 2025. – Jan 31;84:e289192. – DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.289192>.
- [9] **Smirnova, E. A.** Vlijanie vitaminov i jelektrolitov na rost i sohrannost' brojlerov letom // Nauchnye trudy FGBNU VNIP, 2018. – №2. – S. 40–44.
- [10] **Shvydkov, A.N.**, Sebezheko O.I., Kalmykova A.I., Guljaeva Ju.A., Tkachjov A.D., Kozhevnikova P.E., Aleksandrova D.A., Domnysheva V.V. (2024). Ocenka vlijanija metabolitnogo probiotika Biosib METAPRO na pokazateli belkovogo obmena u cypljat-brojlerov. Zh: Vestnik rossijskoj sel'skohozjajstvennoj nauki. DOI:https://journals.eco-vector.com/2500-2082/issue/view/11324/ru_RU. [in Russian]
- [11] **Temiraev, V.H.** Fiziologo-biohimicheskie pokazateli cypljat- brojlerov pri kompleksnom ispol'zovanii biologicheski aktivnyh preparatov v kormlenii / V. H. Temiraev V. R. Kairov, S. V. Hugaeva // Izvestija Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta, 2014. – Т. 51. – № 1. – S. 37-43. [in Russian]
- [12] **Selina, T.** Kachestvo mjasa brojlerov pri ispol'zovanii v kombikormah razlichnyh vidov masel / T. Selina, S. Shpynova, O. Jadrishhenskaja // Kombikorma, 2018. – № 1. – S. 73-74. [in Russian]
- [13] **Shkalenko, V.V.**, A. K. Karapetjan, Ju. G. Bukaeva, A. A. Baksarova. Zootehnicheskie pokazateli sel'skohozjajstvennoj pticy pri ispol'zovanii biologicheski aktivnoj dobavki // Izvestija Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vysshee professional'noe obrazovanie, 2021. – № 2(62). – S. 283-289. – DOI <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2021-02-29>. [in Russian]
- [14] **Nesterov, K.V.** Primenenie antistressovyh preparatov v pticevodstve: obzor sovremennyh sredstv // Zootehnicheskaja nauka, 2021. – №5. – S. 25–30. [in Russian]
- [15] **Katmakov, P.S.**, Gavrilenko V.P., Bushov A.V. Biometrija: uchebnoe posobie dlja vuzov / pod obshh. red. P.S. Katmakova. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва: Юрайт, 2024. – 186 с. – URL: <https://urait.ru/bcode/541377>. [in Russian]

ҚЫСҚЫ КЕЗЕҢДЕ БРОЙЛЕР БАЛАПАНДАРЫН ӨСІРУ КЕЗІНДЕ «ГИДРО РЕКС ВИТАЛ» КҮЙЗЕЛІСКЕ ҚАРСЫ ПРЕПАРАТЫН ҚОЛДАНУДЫҢ ТИІМДІЛІГІН ЗЕРТТЕУ

Аблаева Э.А., 8D080201 - «Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы» БББ-ның постдокторанты»

Кавтарашвили А.Ш., ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор

Махатов Б.М., ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор

Бупебаева Л.К., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Мақалада 2025 жылдың қыс мезгілінде жүргізілген «Гидро Рекс Витал» антистресс препаратын бройлер балапандарын өсіру барысында қолданудың өнімділік және экономикалық көрсеткіштерге әсерін зерттеу нәтижелері келтірілген. Тәжірибе әрқайсысы 30 бастан тұратын төрт топта жүргізілді, олардың бірі бақылау тобы болды. Зерттеу нәтижелері аталған препаратты қолдану құстың сақталуын 96,6%-ға дейін арттырғанын, 42-күндік жастағы тірі салмақтың 2700,5 г деңгейіне дейін өскенін, сондай-ақ орташа тәуліктік салмақ қосымының 63,06 г-ға дейін жоғарылағанын көрсетті. Жемнің конверсиясы 1,68 кг/кг деңгейіне жақсарып, бұл бақылау тобымен салыстырғанда 8,7% артық болды. Экономикалық тиімділік те айтарлықтай артты: ең өнімді тәжірибелік топта пайда 20 435,84 мың теңгеге жетіп, рентабельдік 33,89% құрады. Алынған нәтижелер қысқы кезеңде бройлер өсіру барысында «Гидро Рекс Витал» препаратының технологиялық және экономикалық тұрғыдан жоғары тиімділігін дәлелдейді.

Зерттеудің мақсаты – қысқы кезеңде бройлер балапандарын өсіру барысында «Гидро Рекс Витал» антистресс препаратын қолданудың тиімділігін кешенді түрде бағалау және оның құс өсіру технологиясының өнімділік, физиолого-биохимиялық және экономикалық көрсеткіштеріне әсерін анықтау.

Тірек сөздер: бройлерлер, антистресс препараты, «Гидро Рекс Витал», құстың сақталуы, тірі салмақ, орташа тәуліктік қосымша салмақ, жем конверсиясы, экономикалық тиімділік, құс өнімділігі, қысқы кезеңдегі өсіру.

STUDY OF THE EFFECTIVENESS OF THE ANTI-STRESS PREPARATION “HYDRO REX VITAL” IN BROILER CHICKEN PRODUCTION DURING THE WINTER PERIOD

Ablayeva E.A., PhD Postdoctoral student in the program 8D080201 «Animal Husbandry Technology»

Kavtarashvili A.Sh., Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Makhatov B.M., Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Bupebayeva L.K., Candidate of Agricultural Sciences

Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan

Annotation. The article presents the results of a winter trial conducted in 2025 to assess the influence of the anti-stress preparation “Hydro Rex Vital” on the productive and economic performance of broiler chickens. The experiment was carried out on four groups of 30 birds each, with one serving as the control. It was established that the use of the preparation contributed to an increase in flock survival (up to 96.6%), an improvement in live weight by day 42 of rearing (up to 2700.5 g), and an increase in average daily gain (up to 63.06 g). Feed conversion improved to 1.68 kg/kg of gain, which is 8.7% better than the control value. Economic efficiency also increased significantly: profit in the most productive experimental group reached 20,435.84 thousand tenge, while profitability amounted to 33.89%. The results obtained indicate high technological and economic feasibility of using “Hydro Rex Vital” in broiler production during the winter period.

The objective of the study is to perform a comprehensive evaluation of the effectiveness of the anti-stress preparation “Hydro Rex Vital” in broiler chicken production during the winter period and to determine its impact on the productive, physiological–biochemical, and economic indicators of poultry-rearing technology.

Keywords: broilers, anti-stress preparation, “Hydro Rex Vital”, flock survival, live weight, average daily gain, feed conversion, economic efficiency, poultry productivity, winter rearing period.

FEEDING OF DOMESTIC THIN-TAILED SHEEP USING FEED ADDITIVES

Egemkulov N.A., candidate of agricultural sciences, academician of the IAAE

yegekulov56@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-0066-9104>

Murzabaev B.A., candidate of agricultural sciences

bolat101955@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9776-0898>

Kantureyeva G.O., Master of Engineering and Technology

kantureeva.g@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3844-2635>

Kultassov B.Sh.*, PhD

Bekzathan70@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4682-553X>

M. Auezov South Kazakhstan Research University, Shymkent, Kazakhstan

Annotation. Insufficient feeding slows down the development of animals, the growth of muscle tissue, sharply reduces fat deposition, while increasing the yield of edible tissues and less valuable cuts. Under intensive feeding, development is accelerated and meat precocity increases, and at a young age, animals have such a ratio of tissues that it is possible to obtain a significantly higher yield of better quality meat can be obtained. Improved nutrition sharply stimulates muscle growth. The role of improved feeding is especially influential in the first year of an animal's life, since the muscles develop most intensively during this period. High-quality feeding is the most important factor determining the quality of products obtained from animals. The presence of a good supply of feed is the main condition for the development of animal husbandry. For the proper rearing of animals, obtaining a large volume of products and increasing the livestock, it is necessary to have a feed base that provides animals with nutrients. Inclusion of the feed additive felutsen in the fattening diet of fine-wool sheep rams in the conditions of the Ibyraim kazhy peasant farm in the Kazygurt district of the Turkestan region increased the live weight gain of the animals. During the fattening period, they gained 1.94 kg or 5.3% more weight than their peers from the control group, with low feed costs per 1 kg of weight gain.

Keywords: fattening, sheep breeding, ram, live weight, weight gain, slaughter yield, feed costs.

Introduction. Creating optimal feeding and housing conditions during the rearing, fattening and feeding of animals ensures the most economical use of feed and labour and high production efficiency. At the same time, it is advisable to make maximum use of local and high-protein feed [1]. The increase in live weight of lambs occurs mainly due to intensive muscle growth, therefore, when fattening them, it is necessary to use feed with a higher content of digestible protein [2].

According to Sh. N. Zarpullaev, G. Maykhanova [3], during the 75-day fattening period, the increase in carcass weight of lambs was mainly due to the most valuable muscles in terms of nutrition (4.78 kg) and fat deposits (1.79 kg) and, to a lesser extent, due to the less valuable bones of the carcass skeleton (1.09 kg), therefore, the quality of lamb meat improved significantly.

The protein requirement of lambs and young animals during intensive meat production is high, and it is not always possible to compensate for its deficiency in the diet with traditional feeds. In these conditions, feed additives play a certain role in solving the problem of feed protein deficiency [4].

Authors studying feed additives [5] found that protein supplements (sunflower meal) increased the live weight of sheep by 13.7-16.7% and reduced feed costs. Some scientists confirm that an imbalance in animal diets for protein components is the main factor hindering productivity growth [6]. At the same time, ruminants are characterized by relatively low efficiency in utilizing dietary protein, especially diets high in nitrogen. However, this efficiency increases dramatically when animals are fed low-nitrogen diets.

Numerous studies have established that ruminants have a unique ability to absorb large amounts of nitrogen from amide compounds and ammonium salts with the help of symbiotic microflora. A variety of factors, including physical, chemical, dietary, biological, and endogenous

ones, have been shown to influence microbial protein synthesis in the rumen [7]. However, at high and even medium levels of productivity, protein synthesis by rumen microorganisms is far from sufficient to meet the animals' amino acid requirements. On the other hand, simply increasing the natural protein content of feed leads to excessive breakdown in the rumen and ultimately to irrational use [8].

Analyzing global experience in sheep breeding, it can be concluded that high competitiveness and economic efficiency in the industry can be achieved primarily by increasing meat productivity. In the current situation, it seems relevant to use various supplements to increase the meat productivity of domestic fine-wool breeds [9, 10].

Following summer fattening on summer pastures, low-weight lambs and weaning lambs were intensively fattened. Before fattening, the control and experimental groups of rams were dewormed. The control and experimental groups were fed ad libitum, with nutritional and energy values determined by calculation using the tabular data [11] and direct laboratory analysis.

The reference manual "Norms and Rations for Farm Animals" [12] established feeding standards for fattening lambs and young ewes. The feed mixtures were enriched with high-protein concentrates, and local and alternative feeds were used as much as possible. Before placing the animals on fattening and finishing, as well as during and after fattening, to study the dynamics of meat productivity, test slaughter of 3-5 rams from each group was performed according to the standard methodology [13]. During test slaughter, pre-slaughter live weight, fatness, carcass weight and yield, visceral fat, category I and II offal, hide, blood and muscle, fat deposits, and carcass bones were recorded. Product evaluation was performed visually based on the shape and development of muscles, the presence of fat deposits, and the nature of their distribution.

Carcass morphology, weight, yield, and the ratio of meat, muscle, deposited fat, and bone were determined at placement and after removal from fattening and finishing.

The rate of meat growth, fat deposits, and bone deposits was determined based on the results of preparation and weighing. The amount and nature of fat deposited in the bodies of lambs and young sheep were determined based on the results of weighing it during control slaughter, carcass preparation, and determination of the chemical composition of the carcass pulp.

Meat quality was determined based on the ratio of muscle, fat, and bone content, as well as the chemical composition of the carcass flesh. Chemical analysis of the carcass flesh determined the water, protein, fat, and ash content of the samples. The caloric content of meat was determined based on the chemical composition and calculated pulp content. The economic efficiency of preparing lambs and young sheep for meat was determined based on the costs incurred and the proceeds from animal sales, as well as the profit margin and profitability.

Research into the use of feed additives in feeding young sheep of domestic fine-wool breeds is of significant scientific and practical importance, as the effectiveness of sheep farming is largely determined by the complete and balanced nutrition of young animals. Given increasing demands for wool and meat quality, as well as the limited availability of traditional feed, the search for biologically active additives capable of enhancing nutrient digestibility, intensifying growth, strengthening immunity, and improving feed conversion is particularly important. For domestic fine-wool breeds adapted to local climate and feeding conditions, the use of appropriately selected additives not only increases productivity and maintains breed characteristics, but also reduces production costs. Therefore, research into the effectiveness of various feed additives in young sheep diets is an important area for enhancing the competitiveness of domestic sheep farming and the sustainable development of the livestock industry.

Materials and research methods. The aim of our research was to study the prospects of using protein-mineral supplements in the diets of fattened rams. To achieve this goal, the following tasks were set:

- to study the growth and development of young animals with different fattening diets;
- to evaluate the fattening and meat qualities of the experimental young animals;
- to determine the level of economic efficiency of fattening rams of fine-wool breeds using

feed additives.

The material of the research was the rams of the fine-wool breed of sheep of the peasant farm "Ibyraim kazhy" of the Turkestan region. During the work, general zootechnical research methods were used to determine the increase in live weight, feed costs per unit of production, and control slaughter of animals [14]. The experimental data were processed in the Microsoft Excel program using biometric and mathematical methods of analysis. After fattening, the rams were put on intensive fattening according to the developed research scheme (Figure 1).

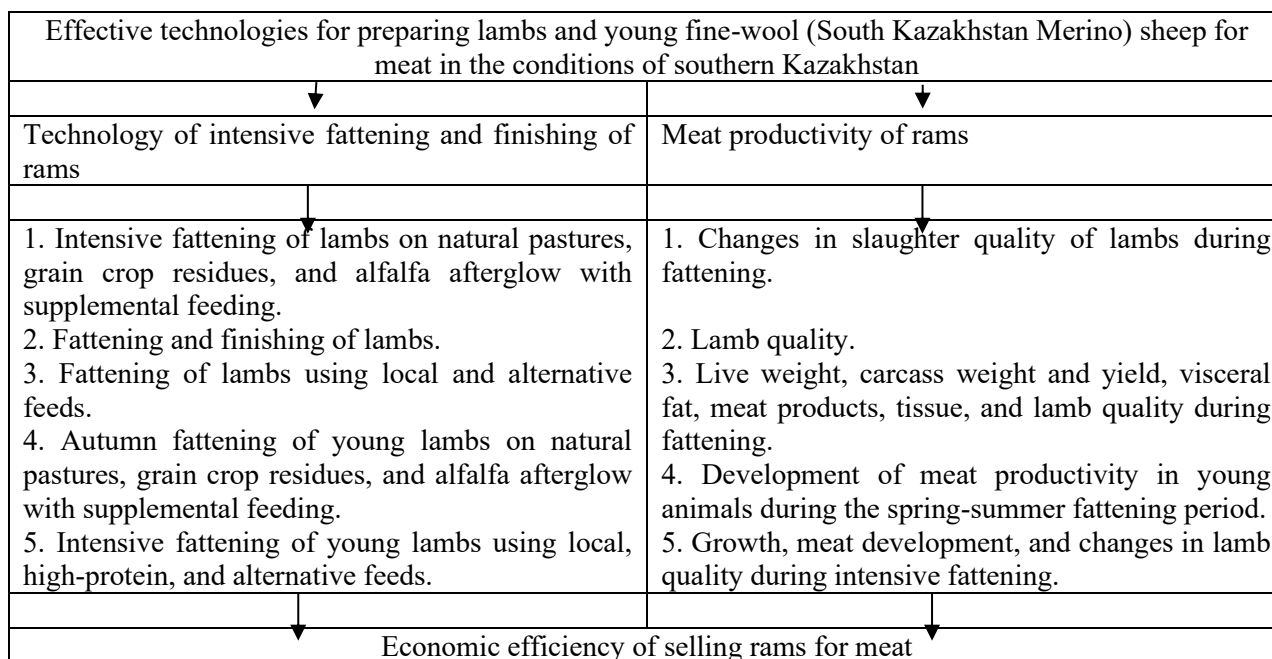


Figure 1 – Developed research plan

The manifestation of hereditary productivity of animals depends primarily on feeding and maintenance. They are the most important environmental factors that have a significant impact on the growth and development of animals, the level of productivity and the quality of products [15, 16]. To assess the feed payment by live weight gain, we put thirty rams on control fattening, fifteen in each group. The age of fattening was 4 months; the age of removal was six months. All animals had a level of live weight close to the average. Based on the traditionally used feeds on the farm, a farm ration for fattening fine-wool rams on the farm was compiled, consisting of alfalfa hay, barley bran, and wheat bran (Figure 2).



Figure 2 – Fine-wool rams during fattening

The basic diet of fattening rams corresponded to the body's requirements and consisted of the following types of feed: alfalfa hay - 1.0 kg, barley meal - 0.35 kg, wheat meal - 0.2 kg. The diet contained 1.3 EFU and 154.2 g of digestible protein. To balance the diet in terms of vitamin-mineral and sugar-protein ratio, the experimental group of rams additionally included the feed additive felutsen in the diet. The feed additive felutsen contains easily fermented carbohydrates (sugars), vegetable protein, vegetable fat, and highly purified salt (sodium chloride). Macronutrients: calcium, phosphorus, magnesium, sulfur. Micronutrients: manganese, copper, zinc, cobalt, iodine, selenium. Vitamins: A, D3, E. Metabolic energy: 2.9 MJ/kg.

Table 1 – Diet for fattening rams

Indicator	Unit of measurement	Quantity
Alfalfa hay	kg	1.0
Barley husk	kg	0.35
Wheat husk	kg	0.20
The diet contains:		
EFU (energy feed unit)	-	1.3
dry matter	kg	1.31
crude protein	g	206.6
digestible protein	g	154.2
calcium	g	14.0
phosphorus	g	3.97
carotene	mg	423.7

The experimental young animals were kept in the same base, but in different pens. Every day, each group of rams was given a certain amount of feed in the morning, between 7 and 8 o'clock, they were given ½ of the daily norm of alfalfa hay, then, between 12 and 13 o'clock, they were given barley bran, and between 13 and 14 o'clock - wheat bran, and between 17 and 18 o'clock they were given the second half of the bulk feed. The animals of the experimental group were additionally given the feed additive felutsen in their diet. To account for palatability, the uneaten remainder from the previous feeding was weighed before each feeding. Based on the daily accounting of the given and uneaten feed, it was established that the rams from the control group ate less feed than the animals of the experimental group.

We also calculated the feed costs for production. Analysis of the obtained data, allowing us to judge the live weight gain over the entire fattening period, showed that the live weight at the beginning of fattening was higher in the experimental group of rams. This fact reflected the real difference between the average values of this feature in the experimental group of rams. However, during the fattening period, they gained 1.94 kg or 5.3% more weight than their peers from the control group. The experimental rams had the lowest feed costs for gaining 1 kg of live weight, at 7.31 EFU, which is 2.8% less than in the control group.

Table 2 – Feed costs for live weight gain

Indicator		Group	
		control	experimental
Live weight, kg	initial	27.53±0.24	29.13±0.39
	final	36.38±0.32	38.32±0.43
Absolute gain in live weight, kg		8.85±0.09	9.19±0.11
Total costs for the experimental period per 1 head, ECU		66.16	67.16
Consumed ECU per 1 kg of live weight gain		7.48	7.31
Total costs of digestible protein per 1 head, g		7574.1	7706.88
Consumed digestible protein per 1 kg of live weight gain		855.83	838.62

In order to study and evaluate the slaughter qualities of the experimental young animals, in our experiment, a control slaughter of rams was carried out. For this purpose, 3 heads of young animals were selected from each group, which had live weight indicators close to the average for their groups (Table 3).

Table 3 – Slaughter qualities of rams at the age of 6 months, kg

Indicator	Group	
	I	II
Pre-slaughter live weight	36.48±0.24	38.43±0.27
Weight of fresh carcass	16.13±0.18	17.42±0.15
Weight of internal fat	0.147±0.06	0.164±0.04
Slaughter weight	16.28±0.17	17.58±0.21
On average	44.6	45.8

The main criteria that give an idea of meat productivity are slaughter weight and slaughter yield, which are largely associated with the genotype of the animal [17]. The results obtained during the control slaughter indicate certain differences between the rams of the control and experimental groups (Figure 3).



Figure 3 – Carcasses of rams removed from fattening

In terms of pre-slaughter live weight, the young animals of the experimental group exceeded the indicators of their peers from the control group by 5.3%. The differences remained in the post-slaughter characteristics. The carcasses of the rams of the experimental group weighed 8.0% more than the carcasses of the control animals; the content of internal fat was 11.5% higher, with higher slaughter yield indicators for the rams of the experimental group of 45.8%, which is 2.7% more than in the control group.

Lamb quality. According to scientists, quality feeding determines the quality of the final product obtained from animals [18]. During the 60-day fattening process, the increase in carcass weight occurs mainly due to the more valuable skeletal muscles and fat (2.325-2.64 kg) and to a lesser extent due to the increase in skeletal bones (0.56-0.57 kg). In this regard, the meat coefficient and muscle-bone ratio increase sharply from 2.98 and 2.67 to 3.98-4.08 and 2.97-3.10 units (Table 4).

Table 4 – Morphological composition of lamb carcasses

Indicators	Units	After removal from fattening	
		control	experimental
1	2	3	4
Carcass	kg	16.13±0.18	17.42±0.15
	%	100.0	100.0

1	2	3	4
Pulp	kg	12.69±0.35	13.78±0.36
	%	78.7	79.1
Incl. muscles	kg	7.45±0.20	8.28±0.18
	%	58.7	60.1
Fat	kg	2.53±0.09	2.61±0.09
		20.0	19.0
Bones	kg	2.51±0.10	2.67±0.09
	%	19.8	19.4
Tendons	kg	0.19±0.08	0.20±0.08
	%	1.5	1.5
Coefficients: meatiness	units	3.98	4.08
muscle-bone	units	2.97	3.10
muscle-fat	units	2.94	3.16

During the fattening period, the water content in the pulp noticeably decreases from 70.4% to 55.8-56.7%, while the specific weight of fat, on the contrary, increases from 10.2% to 27.9-28.9%. Due to the increased accumulation of fat in the carcass, the caloric content of 1 kg of pulp increases sharply from 8.3 to 14.4-14.8 mJ (Table 5).

Table 5 – Chemical composition of lamb carcasses

Chemical composition of lamb carcasses	Units	After removal from fattening	
		control	control
Water	%	55.8	56.7
Fat	%	28.3	27.9
Protein	%	14.5	14.6
Ash	%	0.8	0.8
Caloric content	mJ	14.8	14.4

The compared groups of lambs did not have significant differences in the morphological composition of the carcass and the chemical composition of the pulp.

Conclusion. A calculation of the economic efficiency of using the feed additive Felutsen in fattening rams shows that the experimental group animals generated superior revenue compared to the control group, averaging 1,477 tenge per head. Based on studies on the economic efficiency of selling sheep for meat, it can be concluded that selling lambs in the year of birth improves the quality of mutton produced and reduces overhead and costs. At the same time, after rearing young animals and preparing them for meat, high economic efficiency can be achieved.

Thus, a literature review reveals that in countries with developed sheep farming, mutton is produced primarily by selling lambs for meat at 6-8 months of age. Effective methods for preparing the meat contingent of sheep for meat include fattening lambs and young animals using natural and artificial pastures, grain stubble, after growth of perennial grasses, additional feeding (concentrated feed or green mass of pasture grasses), and fattening sheep with complete feeds with the maximum use of high-protein, non-traditional feeds and feed additives.

Summarizing the obtained data, it can be concluded that the use of the feed additive Felutsen in fattening young rams improves the fattening quality of young animals, enhances their ability to convert feed into product, and increases revenue by 1,476 tenge per head.

In general, fattening sheep, especially lambs and young animals, is an important method for preparing meat for meat production, contributing to increased production of high-quality mutton. With intensive fattening of lambs and young sheep, carcass weight gain occurs due to muscle growth. Therefore, increasing their protein intake by 25-30% contributes to a 13-17% increase in live weight. For lambs over 40 kg, fattening becomes more expensive, as lamb meat contains more

fat than protein. The more intensive the fattening and the higher the average daily weight gain of lambs and young animals, the fewer feed units are consumed per live weight gain. In scientifically-based fattening of lambs and young sheep, the use of high-protein feed is promising. During fattening, the average daily live weight gain of lambs and young sheep, depending on the nutritional value of the feed, breed, age, live weight, fattening intensity, and other factors, reaches 120-250 grams, carcass weight 16.3-17.42 kg, carcass yield 45.5-47.5%, and muscle-to-bone ratio up to 3.10 units.

Литературы:

- [1] **Егемкулов, Н.А.**, Дошанов Д.А. Эффективные технологии подготовки молодняка тонкорунных овец на мясо при весенне-летнем нагуле // Международный журнал аграрной науки и образования, 2024. – №4. – С.57-62). <https://maaorus.ru/assets/files/journals/mezhdunarodnyj-zhurnal/mezhdunarodnyj-zhurnal-n4.pdf>
- [2] Состояние овцеводства в Казахстане. URL: <https://studentopedia.ru/agropromishlennost/sostoyanie-ovcevodstva-v-kazahstane---tehnologiya-otkorma-ovec.html> (Дата обращения 11.09.2025)
- [3] **Зарпуллаев, Ш.Н.**, Муталиев А., Майханов Г. Рост и формирование мясности тонкорунных ягнят в период интенсивного откорма // Аграрная наука сельскохозяйственному производству Монголии, Сибири и Казахстана: Сборник научных докладов XIII-й Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 1-2 (Уланбаатор, 6-7 июня 2010 г.) – С. 237-240.
- [4] **Jana, Atanu.** (2017). High Protein Milk Ingredients - A Tool for Value-Addition to Dairy and Food Products. Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research. 6. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.06.00171>
- [5] **Григорьев, М.Ф.**, Черноградская Н. М., Григорьева А. И., Попова А. В., Докторов М. М. Биоконверсия протеина и эффективность использования энергии кормов овцами при включении в их рационы нетрадиционные кормовые добавки // Нива Поволжья, 2022. – №1 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biokonversiya-proteina-i-effektivnost-ispolzovaniya-energii-kormov-ovtsami-pri-vklyuchenii-v-ih-ratsiony-netraditsionnye-kormovye> (дата обращения: 12.09.2025).
- [6] **Попова, С.А.** Современные подходы к протеиновому питанию высокопродуктивных коров // Псковский регионологический журнал, 2009. – №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-proteinovomu-pitaniyu-vysokoproduktivnyh-korov> (дата обращения: 11.09.2025)
- [7] **Khan, Mohammad.** (2015). Dynamics of microbial protein synthesis in the rumen –A review. Annals of Veterinary and Animal Science. https://www.researchgate.net/publication/304451543_Dynamics_of_microbial_protein_synthesis_in_the_rumen_-A_review
- [8] **Harun, AY,** Sali K. Factors affecting rumen microbial protein synthesis: A review. VetMed Open J. 2019; 4(1): 27-35. <https://doi.org/10.17140/VMOJ-4-133>
- [9] **Lescheva M.,** IvolgaA. Current state and perspectives of sheep breeding development in russian modern economic conditions // Economics of Agriculture, 2015. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/current-state-and-perspectives-of-sheep-breeding-development-in-russian-modern-economic-conditions>
- [10] **Бокова, Т.И.**, Тюлюпина Л.И., Васильцова И.В. Использование биологически активных добавок в рационе животных //Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство. – М., 2008. – №9. – С.61-62. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22505271>
- [11] **Макарецв, Н.Г.** Кормление сельскохозяйственных животных. / Н.Г. Макарецв. – Калуга: Изд-во «Ноосфера», 2012. – 640 с. ISBN 978-5-905856-95-2. <https://www.vavilovsar.ru/files/pages/35582/15209278140.pdf>
- [12]. **Калашников, А.П.**, Фисинин В.И., Щеглов В.В., Клейменов Н.И. Нормы и рационы сельскохозяйственных животных. Справочное пособие 3-е и издание переработанное и дополненное. М., 2003. – 456 с. http://viktofed.beget.tech/wp-content/uploads/2024/12/Norm_racion.pdf
- [13] **Вениаминов, А.А.**, Буйлов С.В., Хамицаев Р.С. Изучение мясной продуктивности овец. Метод. рекомендации / ВАСХНИЛ, Отд-ние животноводства, ВНИИ животноводства. Москва., 1978. – 45 с. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007778869/
- [14] **Мухина, Н.В.**, А.В. Смирнова, З.Н. Черкай, И.В. Талалаева Корма и биологически активные кормовые добавки для животных учебное пособие для студентов высших учебных

заведений, обучающихся по специальностям "Зоотехния" и "Ветеринария" /; под общ. ред. акад. М.А.Н. проф. Н.В. Мухиной. – Москва : КолосС, 2008. – 270, [1] с.; 21. – (Учебники и учебные пособия для студентов высших учебных заведений, Учебник); ISBN 978-5-9532-0535-1.

[15] **Колосов, Ю.А.**, Абонеев В.В., Кошаев А.Г., Засемчук И.В., Романец Т.С. Откормочные качества и мясная продуктивность овец сальской породы улучшенных генотипов // Научный журнал КубГАУ, 2019. – №154. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otkormochnye-kachestva-i-myasnaya-produktivnost-ovets-salskoy-porody-uluchshennyh-genotipov> (дата обращения: 12.09.2025).

[16] **Alemneh, T** and Getabalew M. Factors Influencing the Growth and Development of Meat Animals. *Int J Anim Sci.* 2019; 3(2): 1048. <https://www.researchgate.net/publication/335619879>

[17] **Güngör, Ömer**, Özbeyaz Ceyhan, Ünal, Nadide Çapar, Akyüz, Hilal, Arslan, Rabia Akçapınar, Halil. (2022). Evaluation of the genotype and slaughter weight effect on the meat production traits: Comparison of fattening, slaughter, and carcass characteristics between two native sheep. *Small Ruminant Research.* 217. 106846. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106846>

[18] **Akhmetova, B.S.**, Nurzhanova K., Satieva K., Ismailova A., Kazhybekova T. Feeding and quality evaluation of feed for breeding sheep. *Bulletin of Kyzylorda University named after Korkyt Ata*, 2025. – No. 2 (73). – P.208-217. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v73.i2.268>

References:

[1] **Egemkulov, N.A.**, Doshanov D.A. Jeffektivnye tehnologii podgotovki molodnjaka tonkorunnyh ovec na mjaso pri vesenne-letnem nagule // *Mezhdunarodnyj zhurnal agrarnoj nauki i obrazovaniya*, 2024. – №4. – S.57-62). <https://maaurus.ru/assets/files/journals/mezhdunarodnyj-zhurnal/mezhdunarodnyj-zhurnal-n4.pdf> [in Russian]

[2] Sostojanie ovcevodstva v Kazahstane. URL: <https://studentopedia.ru/agropromishlennost/sostoyanie-ovcevodstva-v-kazahstane---tehnologiya-otkorma-ovec.html> (Data obrashhenija 11.09.2025) [in Russian]

[3] **Zarpullaev, Sh.N.**, Mutaliev A., Majhanov G. Rost i formirovanie mjasnosti tonkorunnyh jagnjat v period intensivnogo otkorma // *Agrarnaja nauka sel'skohozjajstvennomu proizvodstvu Mongolii, Sibiri i Kazahstana: Sbornik nauchnyh dokladov VIII-j Mezhdunar.nauch.-prakt. konf. Ch. 1-2 (Ulanbaator, 6-7 ijunja 2010 g.)* – S. 237-240. [in Russian]

[4] **Jana, Atanu.** (2017). High Protein Milk Ingredients - A Tool for Value-Addition to Dairy and Food Products. *Journal of Dairy, Veterinary & Animal Research.* 6. <https://doi.org/10.15406/jdvar.2017.06.00171>

[5] **Grigor'ev, M.F.**, Chernogradskaja N. M., Grigor'eva A. I., Popova A. V., Doktorov M. M. Biokonversija proteina i jeffektivnost' ispol'zovaniya jenergii kormov ovcami pri vkljuchenii v ih raciony netradicionnye kormovye dobavki // *Niva Povolzh'ja*, 2022. – №1 (61). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/biokonversiya-proteina-i-jeffektivnost-ispolzovaniya-energii-kormov-ovtsami-pri-vklyuchenii-v-ih-ratsiony-netraditsionnye-kormovye> (data obrashhenija: 12.09.2025). [in Russian]

[6] **Popova, S.A.** Sovremennye podhody k proteinovomu pitaniyu vysokoproduktivnyh korov // *Pskovskij regionologicheskij zhurnal*, 2009. – №7. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-podhody-k-proteinovomu-pitaniju-vysokoproduktivnyh-korov> (data obrashhenija: 11.09.2025)09.2025 [in Russian]

[7] **Khan, Mohammad.** (2015). Dynamics of microbial protein synthesis in the rumen –A review. *Annals of Veterinary and Animal Science.* https://www.researchgate.net/publication/304451543_Dynamics_of_microbial_protein_synthesis_in_the_rumen_-A_review

[8] **Harun, AY**, Sali K. Factors affecting rumen microbial protein synthesis: A review. *VetMed Open J.* 2019; 4(1): 27-35. <https://doi.org/10.17140/VMOJ-4-133>

[9] **Lescheva M.**, Ivolga A. Current state and perspectives of sheep breeding development in russian modern economic conditions // *Economics of Agriculture*, 2015. – №2. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/current-state-and-perspectives-of-sheep-breeding-development-in-russian-modern-economic-conditions> (data obrashhenija: 11.09.2025)..

[10] **Bokova, T.I.**, Tjuljupina L.I., Vasil'cova I.V. Ispol'zovanie biologicheski aktivnyh dobavok v racione zhivotnyh // *Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh i kormoproizvodstvo*. – M., 2008. – №9. – S.61-62. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22505271> [in Russian]

[11] **Makarcev, N.G.** Kormlenie sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh. / N.G. Makarcev. – Kaluga: Izd-

vo «Noosfera», 2012. – 640 s. ISBN 978-5-905856-95-2.
<https://www.vavilovsar.ru/files/pages/35582/15209278140.pdf> [in Russian]

[12] **Kalashnikov, A.P.**, Fisinin V.I., Shheglov V.V., Klejmenov N.I. Normy i raciony sel'skhozjajstvennyh zhivotnyh. Spravochnoe posobie 3-e izdanie pererabotannoe i dopolnennoe. M., 2003. – 456 s. http://viktofc.d.beget.tech/wp-content/uploads/2024/12/Norm_racion.pdf [in Russian]

[13] **Veniaminov, A.A.**, Bujlov S.V., Hamicaev R.S. Izuchenie mjasnoj produktivnosti ovec. Metod. rekomendacii / VASHNIL, Otd-nie zhivotnovodstva, VNII zhivotnovodstva. Moskva., 1978. – 45 s. https://rusneb.ru/catalog/000199_000009_007778869/ [in Russian]

[14] **Muhina, N.V.**, A.V. Smirnova, Z.N. Cherkaj, I.V. Talalaeva Korma i biologicheski aktivnye kormovye dobavki dlja zhivotnyh uchebnoe posobie dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, obuchajushhihsja po special'nostjam "Zootehniya" i "Veterinariya" /; pod obshh. red. akad. MAAN, prof. N.V. Muhinoj. – Moskva :KolosS, 2008. – 270, [1] s.; 21. – (Uchebniki i uchebnye posobija dlja studentov vysshih uchebnyh zavedenij, Uchebnik); ISBN 978-5-9532-0535-1. [in Russian]

[15] **Kolosov, Ju.A.**, Aboneev V.V., Koshhaev A.G., Zasemchuk I.V., Romanec T.S. Otkormochnye kachestva i mjasnaja produktivnost' ovec sal'skoj porody uluchshennyh genotipov // Nauchnyj zhurnal KubGAU, 2019. – №154. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/otkormochnye-kachestva-i-myasnaya-produktivnost-ovets-salskoj-porody-uluchshennyh-genotipov> (data obrashhenija: 12.09.2025). [in Russian]

[16] **Alemneh, T** and Getabalew M. Factors Influencing the Growth and Development of Meat Animals. Int J Anim Sci. 2019; 3(2): 1048. <https://www.researchgate.net/publication/335619879>

[17] **Güngör, Ömer**, Özbeyaz Ceyhan, Ünal, Nadide Çapar, Akyüz, Hilal, Arslan, Rabia Akçapınar, Halil. (2022). Evaluation of the genotype and slaughter weight effect on the meat production traits: Comparison of fattening, slaughter, and carcass characteristics between two native sheep. Small Ruminant Research. 217. 106846. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2022.106846>

[18] **Akhmetova, B.S.**, Nurzhanova K., Satieva K., Ismailova A., Kazhybekova T. Feeding and quality evaluation of feed for breeding sheep. Bulletin of Kyzylorda University named after Korkyt Ata, 2025. – No. 2 (73). – P.208-217. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2025.v73.i2.268>

ОТАНДЫҚ БИЯЗЫ ЖҮНДІ ТҰҚЫМДЫ ЕРКЕК ТОҚТЫЛАРДЫ ҚОСЫМША ЖЕМШӨПТІК ҚОСЫНДЫСЫН ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП АЗЫҚТАНДЫРУ

Егемкулов Н.А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, ХАБА академигі

Мурзабаев Б.А., ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты

Кантурсева Г.О., техника және технология магистрі

Култасов Б.Ш., PhD

М.Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан ғылыми-зерттеу университеті, Шымкент қ., Қазақстан

Аңдатпа. Азықтандырудың жеткіліксіздігі жануарлардың дамуын, бұлшықеттінің өсуін баяулатады, ағзадағы майдың жиналуын күрт төмендетеді, ал жеуге жарамды ұлпалар мен құнды емес бөлшектерің шығымы артады, ал қарқынды азықтандыру кезінде дамуы жеделдейді және ет ерте жетілуі артады, ал жас кезінде жануарларда ұлпаларының сондай арақатынасы болады, онда сапалы ет өнімдері едәуір көп шығуы мүмкін. Сапалы азықтандыру бұлшықеттің өсуін күрт арттырады. Толыққанды азықтандырудың рөлі әсіресе жануардың өмірінің бірінші жылында әсер етеді, өйткені бұлшықет осы кезеңде ең қарқынды дамиды. Сапалы азықтандыру – жануарлардан алынатын өнімнің сапасын анықтайтын ең маңызды фактор. Жақсы жем-шөп қорының болуы мал шаруашылығын дамытудың басты шарты болып табылады. Жануарларды дұрыс өсіру, өнімнің үлкен көлемін алу және малды көбейту үшін жануарларды қоректік заттармен қамтамасыз ететін жем-шөп қоры болуы керек. Түркістан облысы Қазығұрт ауданы "Ибырайым қажы" шаруа қожалығы жағдайында биязы жүнді қойларды бордақылау рационына қосымша Фелуцен қоспасын қосу жануарлардың тірі салмағының өсуін арттырды. Бордақылау кезеңінде олардың салмағы 1,94 кг-ға немесе бақылау тобындағы тетелестеріне қарағанда 5,3% - ға көп салмақ берді, 1 кг қосымша салмаққа жұмсалған жем-шөптің шығыны аз болды.

Тірек сөздер: бордақылау, қой шаруашылығы, қой еті, тірі салмағы, тірі салмағының өсуі, сою салмағының шығымы, жем-шөп шығындары.

КОРМЛЕНИЕ БАРАНЧИКОВ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ТОНКОРУННЫХ ПОРОДЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ

Егемкулов Н.А., кандидат сельскохозяйственных наук, академик МААО

Мурзабаев Б.А., кандидат сельскохозяйственных наук

Кантуреева Г.О., магистр техники и технологии

Култасов Б.Ш.*, PhD

Южно-Казахстанский исследовательский университет им. М. Ауэзова, Шымкент қ., Казахстан.

Аннотация. Недостаточное кормление замедляет развитие животных, рост мускульной ткани, резко снижает отложение жира в организме, при этом повышается выход съедобных тканей и менее ценных отрубов, а при интенсивном кормлении ускоряется развитие и повышается мясная скороспелость и в молодом возрасте у животных бывает такое соотношение тканей, при котором представляется возможность получать значительно больший выход мяса лучшего качества. Улучшенное питание резко стимулирует рост мускулатуры. Роль улучшенного кормления особенно влияет в первый год жизни животного, поскольку мускулатура наиболее интенсивно развивается в этот период. Качественное кормление – самый важный фактор, определяющий качество продукции, получаемой от животных. Наличие хорошего запаса кормов является главным условием развития животноводства. Для правильного выращивания животных, получения большого объема продукции и увеличения поголовья необходимо наличие кормовой базы, обеспечивающей животных питательными веществами. Включение в рацион откорма баранчиков овец тонкорунной породы в условиях крестьянского хозяйства «Ибырайым кажы» Казыгуртского района Туркестанской области кормовой добавки фелуцен увеличило прирост живой массы животных. За период откорма они набрали вес на 1,94 кг или 5,3% больше, чем сверстники из контрольной группы, при низких затратах корма на 1 кг прироста живой массы.

Ключевые слова: откорм, овцеводство, баранчики, живая масса, прирост массы, убойный выход, затраты корма

ASSESSMENT OF THE IMMUNE RESPONSE IN BULL CALVES TO THE ADMINISTRATION OF POLYANTIGENS AT DIFFERENT DOSES

Yessimsitova Z.^{1,2*}, Candidate of Biological Sciences, professor
zura1958@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4735-2033>

Khussainov D.^{1,3}, Candidate of Veterinary Sciences, associate professor
doctor-vet@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0244-8381>

Lessova Zh.^{1,4}, Candidate of Biological Sciences, associate professor
zhaniha_lesova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6471-1894>

Demchenko G.^{1,5}, Doctor of Medical Sciences, professor
georgiidemchenko@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9906-2700>

Sansyzbay A.^{1,3}, Doctor of Veterinary Sciences, professor
<https://orcid.org/0009-0007-1982-1908>

¹*LLP Scientific Production Technical Center “Zhalyn”, Almaty, Kazakhstan*

²*al-Farabi Kazakh National University, Almaty, Kazakhstan*

³*“Kazakh National Agrarian University, Almaty, Kazakhstan*

⁴*Almaty Technological University, Almaty, Kazakhstan*

⁵*Institute of Genetics and Physiology, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. Immunization of animals is a critical aspect of veterinary practice aimed at enhancing their resistance to infectious diseases. One effective immunization strategy involves the use of polyantigens, which enable the development of immunity against multiple pathogens simultaneously. This study investigates the effect of administered polyantigen doses on antibody levels in young bulls. Understanding the dose-dependent response to antigens can significantly improve vaccine development and the prevention of infectious diseases in livestock. For the experiment, bulls aged 2–3 years were selected and divided into three groups. Each group received different doses of antigens at 7-day intervals over 56 days. The immune response was assessed using an enzyme-linked immunosorbent assay for viral infections and an agglutination reaction for bacterial infections. The results showed that increasing antigen doses led to a rise in antibody titers in the animals' blood, indicating a dose-dependent immune response. The highest antibody titers were observed in bulls that received the maximum antigen doses. However, excessively high doses resulted in signs of immune system overload, leading to a decline in antibody activity. This highlights the need to optimize antigen dosage to achieve the most effective immune response. The study demonstrated that administering increasing doses of polyantigens significantly influences antibody levels in the blood of bulls, with an optimal dosage existing for eliciting the most pronounced immune response. It is essential to note that excessively high doses may lead to immune overload, thereby reducing the effectiveness of the immune response. The findings of this study may be helpful in the development of vaccines for livestock and in practical immunization strategies to enhance resistance to infectious diseases.

Keywords: polyantigen, immunization, antibodies, agglutination reaction, antibody titer, vaccination, infectious diseases.

Introduction. Immunoprophylaxis remains one of the most important strategies in the control of infectious diseases in farm animals, particularly under conditions of intensified animal husbandry and increasing epizootic risks [1-3]. At present, particular importance is attached to the development of various probiotic [4-6] and polyvalent immunobiological preparations capable of inducing a stable and targeted immune response against a broad spectrum of pathogens that most commonly cause diseases in calves [7-9]. Polyvalent vaccines and sera enable the immune system to simultaneously recognize and neutralize multiple infectious agents, which is particularly important in the case of polyetiological diseases such as viral-bacterial diarrhea in calves. However, to achieve optimal results, it is essential to refine the parameters for antigen and serum production, as well as to carefully select the composition and dosage of antigens. Both insufficient and excessive antigenic load may reduce the effectiveness of the immune response or lead to undesirable side effects [10].

The present study aims to investigate the dose-dependent development of humoral immunity in bull calves following administration of polyantigenic compositions, with the goal of identifying optimal parameters for the production of highly effective hyperimmune sera intended for the prevention and treatment of infectious diseases. The research utilizes epizootically significant strains of viruses and bacteria, thereby enhancing its practical relevance for veterinary immunology and biotechnology. Furthermore, this work contributes to a deeper understanding of the mechanisms underlying the interaction of multiple antigens within the animal organism when administered concurrently. This has both theoretical and applied significance, as the findings may be used to improve immunization protocols, including hyperimmunization regimens for donor bulls involved in the production of therapeutic sera. The study will also examine the influence of various factors—such as antigen dosage, timing of administration, and individual animal characteristics—on antibody production and the overall immune response. The results of this research may facilitate the development of novel approaches to improving treatment strategies for infectious diseases in cattle. Immunization of animals, particularly livestock, remains a critical component of infectious disease prevention, as such diseases can significantly reduce productivity and may lead to widespread outbreaks within herds. In recent years, increasing attention has been given to the use of polyantigenic formulations, which enable the development of an immune response against multiple infectious agents simultaneously. This is especially relevant for livestock such as cattle, which are at constant risk of infection by a wide range of viral and bacterial pathogens [3, 11, 12].

Polyantigenic vaccines represent an effective means of providing simultaneous protection of animals against multiple diseases, thereby reducing the number of required vaccinations and, consequently, the overall cost of immunization. However, the issue of optimizing antigen dosages in the application of such vaccines remains insufficiently studied. The main challenges lie in the fact that excessively high antigen doses may trigger undesirable reactions, such as immune system overload or the development of autoimmune disorders [13–15]. On the other hand, insufficient antigen doses may fail to elicit an adequate immune response, leaving the animal vulnerable to infections. The effect of antigen dosage on the immune response in animals has been the subject of numerous studies. Some investigations have demonstrated that increasing the antigen dose up to a certain threshold enhances the concentration of antibodies in the bloodstream. However, exceeding this threshold does not necessarily lead to a stronger immune response and may, in some cases, result in adverse side effects. Various studies have indicated that excessively high doses of polyantigens can lead to immune hyperreactivity in animals, which in turn reduces the overall efficacy of the vaccine [14–18].

Despite the considerable number of studies on the dose-dependent immune response to antigen administration, the issues of dose optimization and the evaluation of their impact on the efficacy of immunization in cattle remain incompletely resolved. An important aspect is that modern vaccines often contain multiple antigens, which significantly complicates the study of dose dependence. Precise determination of the optimal dose for each type of antigen within a polyantigenic vaccine can help prevent both excessive immune reactions and insufficient immune activation. Moreover, the immune response is commonly assessed using techniques such as enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and agglutination reaction, which allow for accurate measurement of antibody titers produced in response to antigen exposure. These methods have gained widespread use due to their high sensitivity and specificity, making them ideal tools for such investigations [19–21].

This study is highly relevant in the context of enhancing the biological safety of livestock production, developing new generations of immunobiological preparations, and implementing scientifically grounded approaches to the immunization of farm animals. Its findings can be applied in the production of polyvalent prophylactic agents against infectious diarrhea in calves and other mixed infections, which is particularly important for regions with high livestock density and unfavorable epizootic conditions. The investigation of the dose-dependent immune response to polyantigen administration in animals represents a significant scientific challenge. The results

obtained may contribute to the development of more effective and safer vaccines for agricultural animals, ultimately leading to improved animal protection and increased productivity in the agro-industrial sector.

Materials and Methods. During the experiment, epizootic isolates of viral and bacterial pathogens obtained from calves suffering from infections of various etiologies were used. The following viral isolates served as antigenic material: infectious bovine rhinotracheitis virus (IBR) – isolate “IBR-1”; bovine viral diarrhea virus (BVDV) – isolate “BVD-2”; parainfluenza-3 virus (PI-3) – isolate “PI-3-1”; rotavirus (RV) – isolate “RV-7”; and coronavirus (CoV) – isolate “CoV-2”. Bacterial antigens included the following: the causative agent of colibacillosis – *E. coli* isolate “Coli-1”; and the causative agent of salmonellosis – *Salmonella dublin* isolate “Dublin-1”.

To cultivate the viruses, continuous cell lines were used: BHK-21 (baby hamster kidney cells) and VERO (African green monkey kidney cells). Standard nutrient media and solutions were employed: 0.5% lactalbumin hydrolysate (LAH) in Hank’s solution; Eagle’s minimum essential medium (MEM) with glutamine (pH 7.5–7.6); synthetic medium 199; microbiological media (MPA, MPB, MPPB, Sabouraud, Kitt-Tarozzi); 0.9% sodium chloride solution (pH 7.2–7.4); 0.1 M phosphate-buffered saline (PBS) and PBS with Tween (PBST), pH 7.2–7.4; and 0.01 M carbonate-bicarbonate buffer (CBB), pH 9.6. Experimental studies were conducted on nine bull calves aged 2–3 years, divided into three groups of three animals each. The animals received polyantigenic preparations in increasing doses. The immunization schedule included seven subcutaneous injections administered in the middle third of the neck on the following days of the experiment: days 1, 21, 28, 35, 42, 49, and 56. The dosage distribution by group was as follows: group 1: 5, 5, 10, 20, 40, 60, 80 ml; group 2: 10, 10, 20, 40, 80, 120, 160 ml; group 3: 20, 20, 40, 80, 160, 240, 320 ml

Antigens were mixed in equal proportions. The protein concentration in each dose ranged from 1.0 to 1.8 mg/cm³. Prior to the first injection, blood samples were collected from all animals to determine baseline antibody levels and to rule out the influence of pre-existing background immunity. The specific immune response was evaluated based on antibody titers using enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) for viral antigens and agglutination reaction (AR) for bacterial antigens. Serum samples were collected on days 55, 63, 70, and 73 of the study.

Results. Analysis of the results revealed a pronounced dose-dependent response of the animals’ immune system to the administration of polyantigens. The dynamics of antibody titers in relation to antigen dose are presented in Table 1.

Table 1 – Dynamics of antibody levels in young bulls following administration of different doses of polyantigen antigens

№	Antigen doses, mL	Reciprocal values of the mean antibody titer to the antigen in ELISA and agglutination reaction (M±SE)			
		55 days	63 days	70 days	73 days
1	2	3	4	5	6
Bovine Viral Diarrhea Virus (BVDV)					
1	5-80	553±2,45	760±1,45	1048±2,93	935± 4,92
2	10-160	567±3,18	885± 2,18	1121±3,51	922 ±4,83
3	20-320	502±2,87	873±3,95	1095±1,73	921±4,91
4	Control	0	0	0	0
Bovine Parainfluenza-3 Virus (PI-3V or BPI3V)					
1	5-80	528± 3,67	605±3,53	1108±4,21	959± 5,72
2	10-160	615 ±3,94	832± 3,65	1202±4,87	968 ±3,86
3	20-320	635±4,16	797±4,37	1063±3,63	908±5,23
4	Control	0	0	0	0

1	2	3	4	5	6
Bovine Coronavirus (BCoV)					
1	5-80	564± 3,51	724±2,51	1047±3,74	927± 5,45
2	10-160	625 ±3,67	826±4,74	1174±5,35	1095 ±6,28
3	20-320	678±3,72	865±5,29	1089±4,37	926±5,79
4	Control	0	0	0	0
<i>Escherichia coli</i> pathogen in calves					
1	5-80	114± 3,61	385±1,83	452±2,46	410± 5,34
2	10-160	268 ±3,82	453±2,36	516±3,57	468 ±3,74
3	20-320	252±3,15	324±2,84	502±3,98	450±4,62
4	Control	0	0	0	0
Causative agent of salmonellosis in calves (<i>Salmonella</i> spp.)					
1	5-80	221± 2,31	296±1,73	426±2,43	320± 5,34
2	10-160	262 ±1,84	326±2,27	558±3,47	423 ±3,83
3	20-320	305±2,45	361±2,76	501±3,94	405±4,83
4	Control	0	0	0	0

The highest levels of specific antibodies were observed in the group of animals that received antigen doses ranging from 10 to 160 ml (Group 2). The peak antibody titers reached the following values: against bovine viral diarrhea virus – 1:1121 ± 3.51; against parainfluenza-3 virus – 1:1202 ± 4.87; against bovine coronavirus – 1:1174 ± 5.35; against *Escherichia coli* – 1:516 ± 3.57; and against *Salmonella dublin* – 1:558 ± 3.47. In the group receiving the highest doses (20–320 ml), antibody titers were lower compared to Group 2, despite an intensified local inflammatory reaction at the injection site. This suggests the presence of an immune stimulation threshold, beyond which an excessive antigen load leads not to enhancement but to suppression of the immune response. In the group with the lowest doses (5–80 ml), antibody levels were significantly lower, indicating insufficient immunogenic stimulation. A clear correlation was established between the volume of administered antigen and the level of specific antibody production, identifying the optimal dosage range (10–160 ml) for future application in hyperimmunization programs for donor bulls and in the development of hyperimmune sera.

Figure 1 illustrates the dynamics of antibody production against each pathogen over the course of the experiment for different antigen doses.

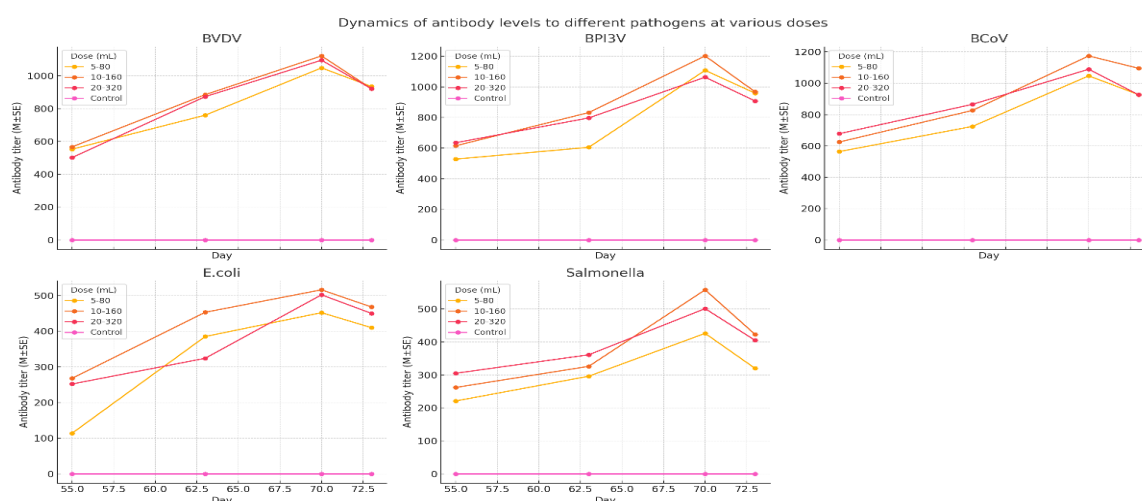


Figure 1 – Dynamics of specific antibody titers in bull calves after administration of different polyantigen doses

A steady increase in antibody titers was observed up to day 70, followed by a slight decline in most groups by day 73. The 10–160 mL dose consistently elicited the highest antibody levels across all antigens, while both lower (5–80 mL) and higher (20–320 mL) doses resulted in reduced humoral responses. The control group maintained baseline values throughout the study.

Figure 2 presents the peak antibody titers recorded for each antigen at different doses. The data clearly show that the optimal immune response was achieved with the 10–160 mL dose, which outperformed both lower and higher doses in most cases. This visual representation supports the conclusion that there is an immune stimulation threshold, beyond which excessive antigen load may suppress antibody production rather than enhance it.

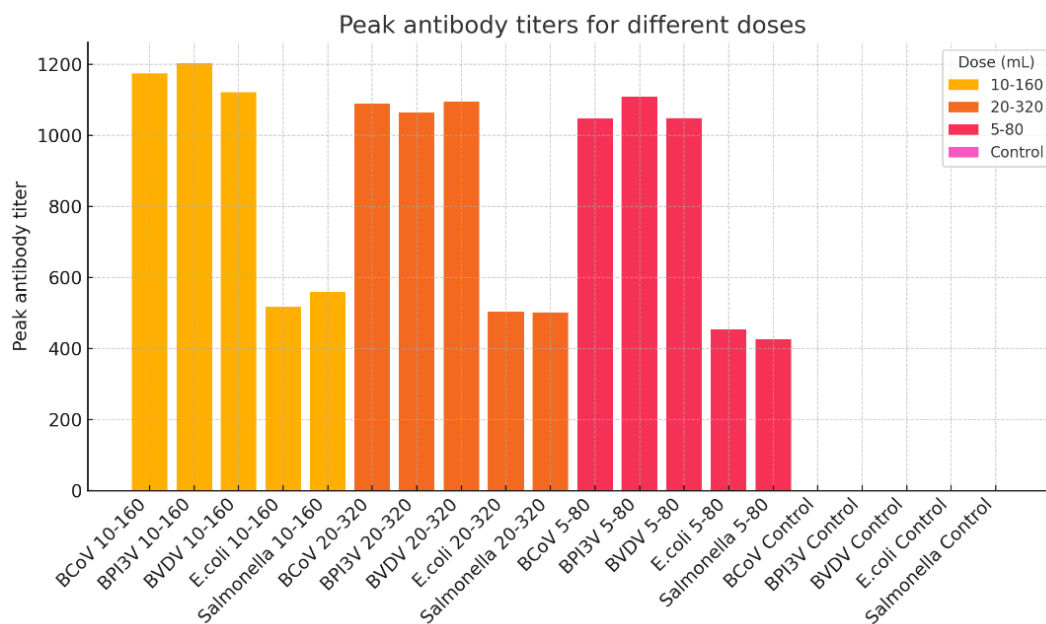


Figure 2 – Peak antibody titers against viral and bacterial pathogens at different antigen doses

The conducted study demonstrated that immunization of bull calves with polyantigens induced a pronounced accumulation of specific antibodies against a range of viral and bacterial pathogens, with peak titers recorded on day 70 of the experiment. The most effective antigen dose was within the range of 10–160 ml, which elicited the most robust humoral response: antibody titers reached $1:1121 \pm 3.51$ for bovine viral diarrhea virus, $1:1202 \pm 4.87$ for parainfluenza-3 virus, $1:1174 \pm 5.35$ for bovine coronavirus, $1:516 \pm 3.57$ for *E. coli*, and $1:558 \pm 3.47$ for *Salmonella dublin*. With increased doses of 20–320 ml, antibody levels were lower despite a stronger local inflammatory reaction, indicating antigen excess and its potential reactogenicity. In the group receiving 5–80 ml, antibody production was less pronounced, pointing to insufficient immune stimulation. These findings highlight the critical importance of antigen dosage when using polyantigenic formulations. The in vivo experiment results have high practical significance for veterinary immunology, as they provide deeper insight into the mechanisms of immune response to multicomponent antigenic preparations. Studying antigen interactions within polyantigenic compositions opens new prospects for the development of hyperimmune sera, particularly for the prevention and treatment of infectious diarrhea in calves. The research established that a carefully selected dosing scheme and immunization intervals contribute to the formation of a stable and specific immune response—an essential requirement in the production of hyperimmune sera from donor bulls. Furthermore, the study showed that both underdosing and overdosing of antigens may reduce the efficiency of the humoral response, emphasizing the necessity for individualized dosage selection and immunization protocols. These results can be applied in the development of more effective prophylactic and therapeutic agents for animals, as well as in the improvement of current

vaccination methods in agriculture.

In recent decades, there has been growing interest in the development and application of polyantigenic vaccines for the immunization of farm animals. Polyantigens are combinations of antigens targeting multiple disease-causing agents. This vaccination strategy improves preventive efficacy and reduces the number of required immunizations. However, despite the clear advantages of polyantigenic vaccines, the issue of optimal antigen dosing remains unresolved. The dose-dependent immune response—i.e., the variation in immune system activity depending on the administered antigen dose—is a key factor in vaccine development. It is essential to consider that both insufficient and excessive antigen doses may reduce the effectiveness of vaccination. High doses can overload the immune system and lead to side effects such as inflammatory reactions and autoimmune disorders. On the other hand, inadequate antigen dosing may fail to provide sufficient protection against infection. Therefore, accurately determining the optimal antigen dose that promotes the most effective immune response is critical.

In this study, using 2- to 3-year-old bull calves as a model, the effect of various polyantigen doses on antibody levels will be analyzed to establish a dose-dependent relationship of the immune response. The findings of this research are of great importance to veterinary practice, as they will help determine the optimal polyantigen dose for immunizing farm animals. A well-selected antigen dosage ensures maximum vaccine efficacy while minimizing the risk of side effects, such as immune system overload. These results may contribute to the development of more effective vaccines and the optimization of immunization programs, ultimately improving animal protection against infectious diseases and reducing economic losses in agriculture.

In future research, it will be important to further clarify dose dependence for other types of antigens, as well as for different age and breed groups of animals. This will enable the creation of individualized vaccination strategies, contributing to improved herd health and productivity. The data obtained may be applied in the development and implementation of effective cattle vaccination protocols aimed at reducing morbidity and increasing overall biosecurity in livestock production. These results are particularly relevant under conditions of elevated epizootic risk and the need for comprehensive protection against a wide range of pathogens.

Further studies are required to determine the optimal polyantigen doses considering the animal's age, breed, and physiological status. It is also important to explore the potential inclusion of additional immunomodulators or adjuvants to enhance the specific immune response without risking immune system overload. Consequently, immunization of bull calves with polyantigens in increasing doses represents an effective method for stimulating a specific immune response. However, achieving the best results requires selecting a dosage that provides maximum immune protection without adverse effects on the animals' health.

Conclusion It has been demonstrated that the conducted study confirmed a direct relationship between the level of specific immune response in 2–3-year-old bull calves and the dose of administered polyantigen. An increase in dosage was accompanied by a rise in antibody titers, indicating dose-dependent activation of the immune system. It was established that the most pronounced and stable immune response was observed with the administration of medium to high antigen doses in the second group. At the same time, animals in the third group, which received the highest doses, showed signs of potential immune system overload, highlighting the need for careful dose optimization. The use of enzyme-linked immunosorbent assay (ELISA) and the agglutination reaction (AR) enabled the acquisition of objective and reproducible data on the state of humoral immunity. These methods proved effective for monitoring antibody production over time. The study revealed the promising potential of polyantigen use, as the results confirmed the high efficacy of polyantigens in eliciting a robust immune response, provided that the dosage is properly selected. This makes polyantigenic preparations a promising tool for the mass immunization of farm animals.

Funding information: This research is funded by the Science Committee of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan (Grant No. BR24993032).

References

- [1] **Анников, В.**, Белов Л., & Каптюшин В. Иммунопрофилактика инфекционных болезней животных (Учебно-методическое пособие по эпизоотологии для студентов ветеринарных вузов и ветеринарных врачей) [Текст]. – Саратов: Федеральное государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Саратовский государственный аграрный университет им. Н.И. Вавилова», 2010. – 94 с.
- [2] **Khussainov, D.**, Mukhatayeva K., Ashirova Z., Yessimsitova Z., Mutushev A., Idayat N., Davletova A., Karbozova A. (2024). Epizootic measures against infectious and viral animal diseases in Kazakhstan. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 22(5), 1243–1253. <https://doi.org/10.22124/CJES.2024.8340>
- [3] **Masson, J.-D.**, Angrand L., Badran G., de Miguel R., Crépeaux G. (2022). Clearance, biodistribution, and neuromodulatory effects of aluminum-based adjuvants. Systematic review and meta-analysis: What do we learn from animal studies? *Critical Reviews in Toxicology*, 52(6), 403–419. <https://doi.org/10.1080/10408444.2022.2105688>
- [4] Патент РК на изобретение №31960 от 14.04.2017 г. Бюл. – № 7.
- [5] **Boranbayeva, T.**, Tulemissova Z., Ozkaya S., Khussainov D. (2020). Effect of probiotic «Lactobacterin-ТК2» on immunobiological status of newborn calves in the therapeutic and prophylactic of gastrointestinal diseases. – Вестник НАН РК, (1), 26–32.
- [6] **Tulemissova, Zh. K.**, Torehanov M. A., Myktybayeva R. Zh., Ibazhanova A. S., Khussainov D.M., Batanova Zh. M., Usmangaliyeva S. S. (2020). Comparison of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and oxytetracycline for the treatment of early stage interdigital necrobacillosis in dairy cows. *World Veterinary Journal*, 10(3), 375–379. <https://doi.org/10.36380/scil.2020.wvj46>
- [7] Патент РК на полезную модель №10000 от 27.12.2024 г. Бюл. № 52.
- [8] Патент РК на полезную модель №10001 от 27.12.2024 г. Бюл. № 52.
- [9] Патент РК на изобретение №28663 от 15.07.2014 г. Бюл. № 7.
- [10] **Tyrsynbayev, N.**, Akhmetsadykov, N., Krykbayev, Ye., Khussainov, D., & Mendybayeva, A. (2024). Chromatographic purification technology optimisation of immunoglobulin G (IgG) from horse serum for animal chlamydia diagnostics. *Scientific Horizons*, 27(10), 20–30. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.20>
- [11] **McVey, S.**, Shi J. (2010). Vaccines in veterinary medicine: A brief review of history and technology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(3), 381–392. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.02.001>
- [12] **Metwally, S.**, El Idrissi A., Viljoen G. (ред.). *Veterinary Vaccines: Principles and Applications* [Текст]. – 1-е изд. – Hoboken: Wiley, 2021.
- [13] **Adugna, A.** (2023). Therapeutic strategies and promising vaccine for hepatitis C virus infection. *Immunity, Inflammation and Disease*, 11(8), e977. <https://doi.org/10.1002/iid3.977>
- [14] **Baxter, A.G.** (2007). The origin and application of experimental autoimmune encephalomyelitis. *Nature Reviews Immunology*, 7(11), 904–912. <https://doi.org/10.1038/nri2190>
- [15] **Bonney, K.M.**, Taylor J. M., Daniels M. D., Epting C. L., Engman D. M. (2011). Heat-killed *Trypanosoma cruzi* induces acute cardiac damage and polyantigenic autoimmunity. *PLoS ONE*, 6(1), e14571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014571> Erratum in: *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/annotation/118b702e-9609-4f91-afba-6a76f8f1f14a>
- [16] **Alvarez-García, G.**, Frey C. F., Mora L. M., Schares G. (2013). A century of bovine besnoitiosis: An unknown disease re-emerging in Europe. *Trends in Parasitology*, 29(8), 407–415. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.06.002>
- [17] **Martins, R. P.**, Marc D., Germon P., Trapp S., Caballero-Posadas I. (2025). Influenza A virus in dairy cattle: Infection biology and potential mammary gland-targeted vaccines. *NPJ Vaccines*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41541-025-01063-7>
- [18] **Reinhold, P.**, Sachse K., Kaltenboeck B. (2011). Chlamydiaceae in cattle: Commensals, trigger organisms, or pathogens? *The Veterinary Journal*, 189(3), 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.09.003>
- [19] **Долгов, В.**, Меньшиков В. Клиническая лабораторная диагностика. Национальное руководство [Текст]. – Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2012. – Т. 1. – 928 с.
- [20] **Сотников, Д.** Определение специфических антител методом иммунохроматографии: количественные закономерности и практические приложения: дис. ... канд. хим. наук. – Институт

биохимии им. А.Н. Баха, Москва, 2016. – 150 с.

[21] **Abdoel, T.**, Dias I. T., Cardoso R., Smits H.L. (2008). Simple and rapid field tests for brucellosis in livestock. *Veterinary Microbiology*, 130(3–4), 312–319. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.01.009>

References:

[1] **Annikov, V.**, Belov L., Kaptyushin V. Immunoprofilaktika infeksionnykh boleznei zhivotnykh (Uchebno-metodicheskoe posobie po epizootologii dlya studentov veterinarnykh vuzov i veterinarnykh vrachei) [Text]. – Saratov: FGOU VPO «Saratovskii GAU im. N.I. Vavilova», 2010. – 94 p. [in Russian]

[2] **Khussainov, D.**, Mukhatayeva K., Ashirova Z., Yessimsitova Z., Mutushev A., Idayat N., Davletova A., Karbozova A. (2024). Epizootic measures against infectious and viral animal diseases in Kazakhstan. *Caspian Journal of Environmental Sciences*, 22(5), 1243–1253. <https://doi.org/10.22124/CJES.2024.8340>

[3] **Masson, J.-D.**, Angrand L., Badran G., de Miguel R., Crépeaux G. (2022). Clearance, biodistribution, and neuromodulatory effects of aluminum-based adjuvants. Systematic review and meta-analysis: What do we learn from animal studies? *Critical Reviews in Toxicology*, 52(6), 403–419. <https://doi.org/10.1080/10408444.2022.2105688>

[4] Patent RK na izobretenie №31960 ot 14.04.2017 g. Byul. № 7. [in Russian]

[5] **Boranbayeva, T.**, Tulemissova Z., Ozkaya S., Khussainov D. (2020). Effect of probiotic «Lactobacterin-ТК2» on immunobiological status of newborn calves in the therapeutic and prophylactic of gastrointestinal diseases. *Вестник НАН РК*, (1), 26–32.

[6] **Tulemissova, Zh. K.**, Torehanov M. A., Myktybayeva R. Zh., Ibazhanova A. S., Khussainov D. M., Batanova Zh.M., Usmangaliyeva S.S. (2020). Comparison of probiotic *Lactobacillus acidophilus* and oxytetracycline for the treatment of early stage interdigital necrobacillosis in dairy cows. *World Veterinary Journal*, 10(3), 375–379. <https://doi.org/10.36380/scil.2020.vvj46>

[7] Patent RK na poleznyui model №10000 ot 27.12.2024 g. Byul. № 52. [in Russian]

[8] Patent RK na poleznyui model №10001 ot 27.12.2024 g. Byul. № 52. [in Russian]

[9] Patent RK na izobretenie №28663 ot 15.07.2014 g. Byul. № 7. [in Russian]

[10] **Tyrsynbayev, N.**, Akhmetsadykov N., Krykbayev Ye., Khussainov D., Mendybayeva A. (2024). Chromatographic purification technology optimisation of immunoglobulin G (IgG) from horse serum for animal chlamydia diagnostics. *Scientific Horizons*, 27(10), 20–30. <https://doi.org/10.48077/scihor10.2024.20>

[11] **McVey, S.**, Shi J. (2010). Vaccines in veterinary medicine: A brief review of history and technology. *Veterinary Clinics of North America: Small Animal Practice*, 40(3), 381–392. <https://doi.org/10.1016/j.cvsm.2010.02.001>

[12] **Metwally, S.**, El Idrissi A., Viljoen G. (ред.). *Veterinary Vaccines: Principles and Applications* [Текст]. – 1-е изд. – Hoboken: Wiley, 2021.

[13] **Adugna, A.** (2023). Therapeutic strategies and promising vaccine for hepatitis C virus infection. *Immunity, Inflammation and Disease*, 11(8), e977. <https://doi.org/10.1002/iid3.977>

[14] **Baxter, A.G.** (2007). The origin and application of experimental autoimmune encephalomyelitis. *Nature Reviews Immunology*, 7(11), 904–912. <https://doi.org/10.1038/nri2190>

[15] **Bonney, K.M.**, Taylor J. M., Daniels M. D., Epting C. L., Engman D. M. (2011). Heat-killed *Trypanosoma cruzi* induces acute cardiac damage and polyantigenic autoimmunity. *PLoS ONE*, 6(1), e14571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0014571> Erratum in: *PLoS ONE*, 6(2). <https://doi.org/10.1371/annotation/118b702e-9609-4f91-afba-6a76f8f1f14a>

[16] **Alvarez-García, G.**, Frey C. F., Mora L. M., Schares G. (2013). A century of bovine besnoitiosis: An unknown disease re-emerging in Europe. *Trends in Parasitology*, 29(8), 407–415. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2013.06.002>

[17] **Martins, R.P.**, Marc D., Germon P., Trapp S., Caballero-Posadas I. (2025). Influenza A virus in dairy cattle: Infection biology and potential mammary gland-targeted vaccines. *NPJ Vaccines*, 10(1), 8. <https://doi.org/10.1038/s41541-025-01063-7>

[18] **Reinhold, P.**, Sachse K., Kaltenboeck B. (2011). Chlamydiae in cattle: Commensals, trigger organisms, or pathogens? *The Veterinary Journal*, 189(3), 257–267. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2010.09.003>

[19] **Dolgov, V.**, Menshikov V. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika. Natsional'noe rukovodstvo*

[Text]. – Moscow: GEOTAR-Media, 2012. – Vol. 1. – 928 p. [in Russian]

[20] **Sotnikov, D.** Opredelenie spetsificheskikh antitel metodom immunokhromatografii: kolichestvennye zakonomernosti i prakticheskie prilozheniya: Dis. kand. khim. nauk. – Moscow: Institut biokhimii im. A.N. Bakha, 2016. – 150 p. [in Russian]

[21] **Abdoel, T., Dias I.T., Cardoso R., Smits, H.L.** (2008). Simple and rapid field tests for brucellosis in livestock. *Veterinary Microbiology*, 130(3–4), 312–319. <https://doi.org/10.1016/j.vetmic.2008.01.009>

БҰҚАЛАРҒА ӘРТҮРЛІ ДОЗАДА ПОЛИАНТИГЕНДЕР ЕНГІЗУ КЕЗІНДЕГІ ИММУНДЫҚ ЖАУАПТЫ БАҒАЛАУ

Есимситова З.Б.^{1,2*}, биология ғылымдарының кандидаты, профессор
Хусаинов Д.М.^{1,3}, ветеринария ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Лесова Ж.Т.^{1,4}, биология ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор
Демченко Г.А.^{1,5}, медицина ғылымдарының докторы, профессор
Сансызбай А.Р.^{1,3}, ветеринария ғылымдарының докторы, профессор

¹ Ғылыми өндірістік-техникалық орталық «Жалын» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

² әл-Фараби атындағы Қазақ Ұлттық университеті, Алматы қ., Қазақстан

³ Қазақ Ұлттық аграрлық университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁴ Алматы технологиялық университеті, Алматы қ., Қазақстан

⁵ Генетика және физиология институты ШЖК РМК, Алматы қ., Қазақстан

Андатпа. Жануарларды иммундандыру – олардың жұқпалы ауруларға төзімділігін арттыруға бағытталған ветеринариялық практиканың маңызды аспектісі болып табылады. Иммундандырудың тиімді әдістерінің бірі – полиантигендерді қолдану, бұл бір мезгілде бірнеше қоздырғышқа қарсы иммунитет қалыптастыруға мүмкіндік береді. Осы зерттеуде бұқаларға енгізілген полиантигендердің әртүрлі дозаларының антидене деңгейіне әсері талданды. Антигенге дозалық тәуелді жауапты түсіну ауыл шаруашылығы жануарларына арналған вакциналар мен жұқпалы аурулардың алдын алу әдістерін әзірлеуді едәуір жақсартуға мүмкіндік береді. Эксперимент үшін жасы 2–3 жастағы бұқалар таңдалып, олар үш топқа бөлінді. Әр топқа антигендер 7 күндік интервалмен, 56 күн бойы әртүрлі дозаларда енгізілді. Иммундық жауапты бағалау үшін вирус инфекцияларына қатысты – иммунферменттік талдау, ал бактериялық инфекцияларға қатысты – агглютинация реакциясы қолданылды. Зерттеу нәтижелері көрсеткендей, антиген дозасы артқан сайын жануарлардың қанындағы антидене титрі де жоғарылады, бұл иммундық жауаптың дозалық тәуелділігін дәлелдейді. Ең жоғарғы антидене титрі максималды дозада антиген енгізілген бұқаларда байқалды. Алайда тым жоғары дозалар қолданылған жағдайларда иммундық жүйенің шамадан тыс жүктелуі белгілері тіркеліп, нәтижесінде антиденелердің белсенділігі төмендеген. Бұл жағдай антиген дозасын оңтайландыру қажеттілігін растайды, себебі бұл ең тиімді иммундық жауапқа қол жеткізудің маңызды шарты болып табылады. Зерттеу барысында полиантигендерді біртіндеп жоғарылатылған дозаларда енгізу бұқалардың қанындағы антидене деңгейіне елеулі әсер ететіні анықталды, әрі тиімді иммундық жауап алу үшін белгілі бір оңтайлы дозаның болуы қажет екендігі көрсетілді. Айта кету керек, тым жоғары дозалар иммундық жүйенің шамадан тыс жүктелуіне алып келіп, иммундық жауаптың тиімділігін төмендетуі мүмкін. Зерттеу нәтижелері ауыл шаруашылығы жануарларына арналған вакциналарды әзірлеу және оларды жұқпалы ауруларға қарсы иммундандыру тәжірибесінде пайдалы болуы мүмкін.

Тірек сөздер: полиантиген, иммунизация, бұқалар, антиденелер, агглютинация реакциясы, антидене титрі, вакцинация, жұқпалы аурулар.

ОЦЕНКА ИММУННОГО ОТВЕТА БЫЧКОВ НА ВВЕДЕНИЕ ПОЛИАНТИГЕНОВ В РАЗЛИЧНЫХ ДОЗАХ

Есимсиитова З.Б.^{1,2*}, кандидат биологических наук, профессор
Хусаинов Д.М.^{1,3}, кандидат ветеринарных наук, ассоциированный профессор
Лесова Ж.Т.^{1,4}, кандидат биологических наук, ассоциированный профессор
Демченко Г.А., доктор медицинских наук, профессор
Сансызбай А.Р.^{1,3}, доктор ветеринарных наук, профессор

¹ТОО Научный производственно-технический центр «Жалын», г.Алматы, Казахстан

²Казахский Национальный университет имени аль-Фараби, г.Алматы, Казахстан

³Казахский Национальный аграрный университет, г.Алматы, Казахстан

⁴Алматинский технологический университет, г.Алматы, Казахстан

⁵РГП на ПВХ «Институт генетики и физиологии», г.Алматы, Казахстан

Аннотация. Иммунизация животных является важным аспектом ветеринарной практики, направленным на повышение их устойчивости к инфекционным заболеваниям. Одним из эффективных методов иммунизации является использование полиантигенов, которые позволяют развить иммунитет против нескольких возбудителей одновременно. В данном исследовании проводится анализ влияния различных доз вводимых полиантигенов на уровень антител у бычков. Понимание дозозависимого ответа на антиген может существенно улучшить разработку вакцин и методов профилактики инфекционных заболеваний у сельскохозяйственных животных. Для эксперимента были отобраны бычки возрастом 2-3 года, которые были разделены на три группы. Каждой группе вводили антиген в разных дозах с интервалом в 7 дней в течение 56 дней. Изучение иммунного ответа проводилось с помощью иммуноферментного анализа для вирусных инфекций и реакции агглютинации для бактериальных инфекций. Результаты показали, что с увеличением дозы антигенов наблюдается рост титра антител в крови животных, что свидетельствует о дозозависимом иммунном ответе. Наибольший прирост титра антител был зафиксирован у бычков, которым вводились антиген в максимальных дозах. Однако при слишком высоких дозах наблюдались признаки перегрузки иммунной системы, что привело к снижению активности антител. Это подтверждает необходимость оптимизации дозы антигена для достижения наиболее эффективного иммунного ответа. Исследование продемонстрировало, что введение полиантигенов в повышающих дозах оказывает значительное влияние на уровень антител в крови бычков, при этом существует оптимальная дозировка для достижения наиболее выраженного иммунного ответа. Важно учитывать, что слишком большие дозы могут привести к иммунной перегрузке и снижению эффективности иммунного ответа. Результаты исследования могут быть полезными при разработке вакцин для сельскохозяйственных животных и в практике их иммунизации для повышения устойчивости к инфекционным заболеваниям.

Ключевые слова: полиантиген, иммунизация, бычки, антитела, реакция агглютинации, титр антител, вакцинация, инфекционные заболевания.

АГРОӘДІСТЕРДІҢ БІР ЖЫЛДЫҚ КӨШЕТТЕРДІҢ БҰТАҚТАНУ ПРОЦЕСІНЕ ӘСЕРІ

Уразаева М.В.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының магистрі
marina_4069@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8190-835X>
Басымбеков Н.Ш.^{1*}, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
basymbekov.n@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0006-7289-5810>
Ормахаев А.М.¹, докторант
or.az85@mail.ru, <https://orcid.org/0009-0005-5547-9965>
Қазыбаева С.Ж.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
saule_5_67@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6833-0466>
Сәрсенбаева Ғ.Б.², ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
aziza_niizr@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0276-8569>

¹«Қазақ жеміс-көкөніс ғылыми зерттеу институты», ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

²«Жазкен Жиёмбаев атындағы Қазақ өсімдік қорғау және карантин ғылыми зерттеу институты»
ЖШС, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бүгінгі таңда қарқынды бақша отырғызу кезінде белгіленген параметрлері бар жеміс дақылдарының жоғары сапалы отырғызу материалына үлкен мән беріледі. Бұл зерттеудің мақсаты бұтақталған біржылдық алма ағашының көшеттерін өсіру технологиясын жетілдіру. Мұндай көшеттерді алу бірқатар агротехникалық шарттарды ескерген жағдайда мүмкін болады. Бұл мақалада механикалық әдістер мен химиялық заттардың біржылдық алма ағашының көшеттерінің бұтақтану және өсу процестеріне механикалық әдістер мен химиялық заттардың әртүрлі әсері көрсетілген. Барлық зерттелген агротехникалық әдістердің ішінде, жоғарғы жағын тұқыртып және үстіңгі 3-4 жапырақтарын алып тастай отырып, жапырақ арқылы берілетін Эпин және Энерген аквамен қоректендірген кезде, бүйірлік бұтақтардың максималды саны алынды. Өсу аймағына байланысты жекелеген сорттық телітуші комбинацияларының бірлескен механикалық әдістердің Эпин және Энерген аквамен қоректендірген кезде айырмашылықтар анықталды. ММ106 телітушісіндегі «Восход» сортында вегетациялық кезеңнің оңтайлы жағдайында жоғарғы жағын тұқыртып және үстіңгі 3-4 жапырақтарын алып тастап, жапырақ арқылы берілетін Эпин және Энерген аквамен екі рет қоректендіру, бүйірлік өркен санының айтарлықтай өсуіне ықпал етті. Барлық сорттық телітуші комбинацияларында агротехникалық әдістерді қолдануға байланысты, талаптарға сәйкес келетін стандартты бұтақталған алма көшеттерінің өнімділігі 93-95% құрады.

Тірек сөздер: бұтақталған көшеттер, алма, сорттық телітуші комбинациясы, агро әдістер, әсер.

Кіріспе. Еліміздің тұрғындарын өз өндірісімізбен жоғары сапалы жеміс-жидек өнімдерімен қамтамасыз ету басты мақсат болып табылады. Біздің елде өнеркәсіптік бау-бақша шаруашылығы, негізінен, өткен ғасырдың 20-шы ғасырында егілген күшті тұқымдық телітушілерде әлі де экстенсивті түрде жүзеге асырылады.

Қарқынды егіндіктер Қазақстандағы жалпы бақтардың 10-15% ғана алып жатыр. Осыған сүйене отырып, жеміс-жидек өндірісін арттырудың қажетті шарты, қарқынды түрдегі екпелерге көшу болып табылады

Заманауи тығыз орналасқан алма ағашының екпелерін құру үшін, аз көлемді бөрік басы бар өсімдіктердің болуы қажет [1, 2]. Бұл мәселені шешуде телітушінің мәні басқа факторлармен салыстырғанда ең маңызды болды. Телітушіге телінетін сорттың әртүрлі

сипаттамаларына әсері белгілі. Бұл бірқатар авторлардың [3, 4] зерттеулерінде көрініс тауып, өсімдіктердің тіршілік әрекеті негізінен телу комбинациясының гормондық белсенділігімен анықталатынын көрсетеді, оған телітуші тікелей әсер етеді. Телітушінің әсерінен жеміс өсімдіктерінің метаболизмінде қайта құру жүреді. Сондықтан да телітуші олардың өсуі мен жеміс беруін реттеудің ең қолжетімді және белсенді құралы болып табылады [5, 6].

Көшеттер жоғары сапа стандарттарына сай болуы керек, тек осы жағдайда ғана екпелерді тиімді пайдалану мүмкін болады. Жеміс өсімдіктерінің отырғызу материалының сапасының негізгі көрсеткіштеріне сабақтың диаметрі, көшеттердің биіктігі, бүйірлік бұтақтардың болуы, сондай-ақ жақсы дамыған тамыр жүйесі жатады. Жоғарыда аталған параметрлердің ішінде отырғызу материалында ертерек тауарлық жеміс берудің басталуына алғышарттар жасайтын бүйірлік бұтақтардың болуын атап өту керек [7, 8, 9]. Көшеттіктегі көшеттерден бүйірлік бұтақтарды алу үшін бірқатар агротехнологиялық әдістер қолданылады, ең көп тарағандары - орталық өркенге әсер етудің механикалық әдістері: орталық өркеннің өсу нүктесін тұқырту және орталық белсенді өсу аймағында жапырақтардың 2-3 алып тастау. Әдістердің мәні апикальды үстемдікті жеңілдету және аксиларлы бүршіктің өсуін белсендіру болып табылады [10-13]. Ұзындығы бойынша сабақтың өсуін өркен ұшы мен жас жапырақтар өндіретін өсу гормондары ынталандырады. Кефель В. И. мәліметтері бойынша, ауксиндер өркеннің жоғарғы бөлігінде шоғырланған. Жапырақтарды жұлғаннан кейін, өркеннің жоғарғы жағындағы ауксиндердің мөлшері төмендейді [14]. Ұзындығы бойынша өркендердің өсуін ынталандырумен қатар, ауксиндер осы өркендердің бұтақтануын реттейтінін есте ұстаған жөн. Жапырақ өміршеңдігін тоқтатпағанға дейін, ол қолтық асты бүршіктердің өсуін тежейді. Сондықтан жапырақтардың бір бөлігін алып тастау немесе олардың зақымдануы, қолтық асты бүршіктердің оянуына және бүйірлік өркендердің өсуіне әкеледі. Алайда, бұл әдістің тиімділігіне қарамастан, бұның шығыны өте жоғары болып табылады. Жұмыстың бұл түрін қолмен жүргізу керек. Сонымен қатар, кейбір жұмыс жағдайларында қажетті нәтижелерге қол жеткізу үшін қайталау қажет. Өсу реттегіштерін пайдалану балама болуы мүмкін [15, 16].

Өсіру мерзімдерін қысқарту және көшеттердің өзіндік құнын төмендету үшін "ҚазЖКҒЗИ" ЖШС-де өсудің механикалық тәсілдері мен химиялық ынталандырғышты қолдана отырып, бұтақталған бір жылдық көшеттерді өсіру технологиясы әзірленуде.

Материалдар мен әдістер. Алма ағашының бұтақталған көшеттерін өсіру бойынша зерттеулер Алматы облысы Талғар ауданының "Талғар" АФ жерінде жүргізілді. Жер массасы теңіз деңгейінен 1070 биіктікте орналасқан. Осы іс-шараны өткізу кезеңіндегі метеорологиялық жағдайлар зерттелетін өңірге тән құбылмалы болды, есепті кезеңдегі ауаның ең төменгі температурасы Талғар ауданында ақпан айында түнгі уақытта-18⁰С дейін болды, ал күндіз ол +4⁰С құрады. Жазғы кезеңдегі ең жоғары температура шілдеде айында болды, күндізгі уақытта +40⁰С, түнде +15⁰С жетті. Метеорологиялық көрсеткіштер бойынша 2022 жылдың көктемгі кезеңі әдеттен тыс жылы және құрғақ болды. Осыған байланысты температура режимі екі аймақтағы дәстүрлі көрсеткіштерден күрт ерекшеленді. Аймақтағы жауын-шашын мөлшері біркелкі емес, егер тау бөлігінде жылына 850-900 мм-ге дейін түссе, онда жазық бөлігінде бұл мән 250-300 мм болды [17].

Зерттеу нысаны орташа өсетін қазақстандық селекциясының клондық телітушілері Жетісу 5 және ММ106 2 түрімен Восход және Дәурен алма сорттарының үйлесімі болып табылады. Агротехникалық әдістерді зерттеу барысында жоғарғы жағын тұқыртып және үстіңгі 3-4 жапырақтарын алып тастап, жапырақ арқылы берілетін Эпинмен және Энерген аквамен қоректендіру бірге қолданылды. Тәжірибелер үш рет қайталанды, нұсқаларды орналастыру рандомизацияланды. Өсімдіктерге күтім жеміс дақылдарының көшеттерін өсірудің жалпы қабылданған технологиясы бойынша жүзеге асырылды. Қараша айында көшеттер қазылып, тауарлық сорттар бойынша сұрыпталып, өлшеніп, қоймаға көмілді. Зерттеулер, есептер, бақылаулар, талдаулар және деректерді өңдеу жеміс өсіруде қабылданған әдістемеге сәйкес жүргізілді [18]. Зерттеу нәтижелері статистикалық өңдеу

дисперсиялық талдау әдісімен жүзеге асырылды [19].

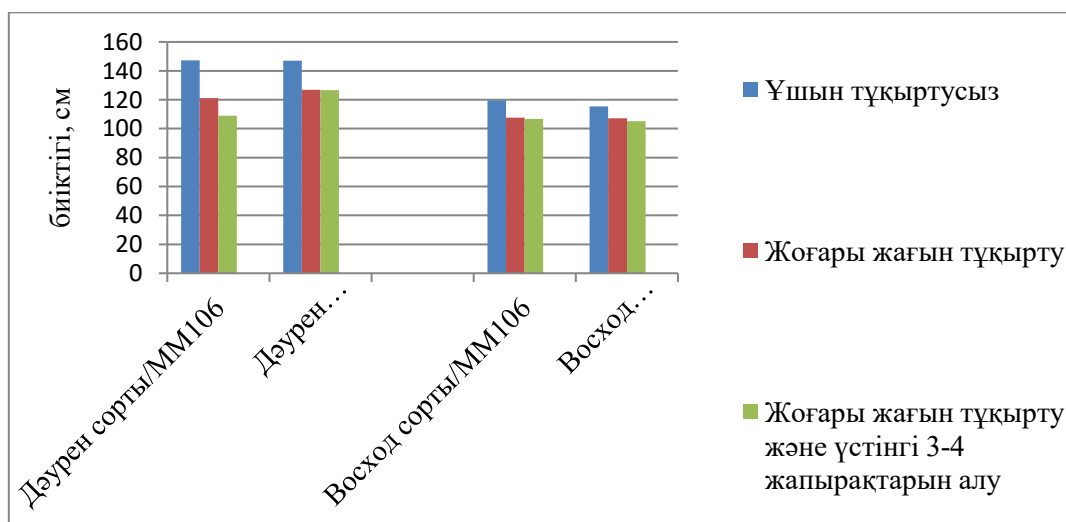
Зерттеу нәтижелері. Жеміс дақылдарының отырғызу материалын өсіру кезінде әр сорттың өсу және даму ерекшеліктері көшеттіктерде анықталады. Болашақ жеміс екпелерінің ерте пісуі мен өнімділігі, отырғызу материалының сапасына, дәлірек айтсақ, жер асты тамыр жүйесіне ғана емес, сонымен қатар өсімдіктердің жер үсті бөлігінің сапалық көрсеткіштеріне (биіктігі, діңінің диаметрі, саны, бүйірлік өркендердің ұзындығы мен бұрышы) байланысты. Қазіргі уақытта көптеген ұсыныстар мен агротехникалық шаралар әзірленді, олардың қолданылуы отырғызу материалының сапасын жақсартуға ықпал етеді. Ассортиментті жаңа сорттармен үнемі толықтыру әр сорттық телітуші комбинациясының өсу және даму ерекшеліктерін егжей-тегжейлі зерттеуді, сондай-ақ қарқынды типтегі бақтар үшін сапалы отырғызу материалын өсіру технологиясының элементтерін өңдеуді қажет етеді. Алма көшеттеріндегі механикалық әдістер мен жапырақ арқылы қоректендірудің бірлескен әсерін зерттеу бойынша жүргізілген зерттеулер жаздың басында жүргізілді. Механикалық және химиялық өңдеу маусым айының соңында өсімдіктер 80 см биіктікке жеткенде жүргізілді. Эпин-экстра, энерген аква, ому рост химиялық заттар қолданылды.

Эпин-экстра, энерген аква, ому рост ерітінділерімен қайта өңдеу шілденің ортасында біріншісінен 12-14 күн өткен соң жүргізілді.

Тәжірибе нұсқалары

1. Өңдеусіз (бақылау) (ұшын тұқыртусыз, өсімдіктің жоғарғы жағын тұқырту, үстіңгі жағын тұқыртумен жоғарғы жапырақтарын алу)
2. Алма ағашының өркендерін Эпин-экстрамен өңдеу (ұшын тұқыртусыз, өсімдіктің жоғарғы жағын тұқырту, үстіңгі жағын тұқыртумен жоғарғы жапырақтарын алу)
3. Алма ағашының өркендерін Энерген Аквамен өңдеу (ұшын тұқыртусыз, өсімдіктің жоғарғы жағын тұқырту, үстіңгі жағын тұқыртумен жоғарғы жапырақтарын алу)
4. Алма ағашының өркендерін Ому ростпен өңдеу (ұшын тұқыртусыз, өсімдіктің жоғарғы жағын тұқырту, үстіңгі жағын тұқыртумен жоғарғы жапырақтарын алу)

Жүргізілген зерттеулер барысында зерттелген сорттардың көшеттері бұтақтану дәрежесі бойынша ерекшеленетіні анықталды, бір жылдық Восход сорты бір бүйірлік бұтақтарды салу қабілетімен ерекшеленді, ал Даурен сортында табиғи бұтақтану мүмкіндігі болмады. Механикалық әдістерді қолдану (үстіңгі жағын тұқырту және жоғарғы жағының 3-4 жапырақтарын алып тастау арқылы) бақылау нұсқасымен салыстырғанда зерттелген сорттық телітуші комбинацияларында көшеттердің биіктігін төмендетуге ықпал етті. Өсу күші бойынша көшеттіктердің екінші танабында оларды жоғары өсетін Дәурен сорты және орташа өсетін Восход сортын екі топқа бөлуге болады (1-сурет).



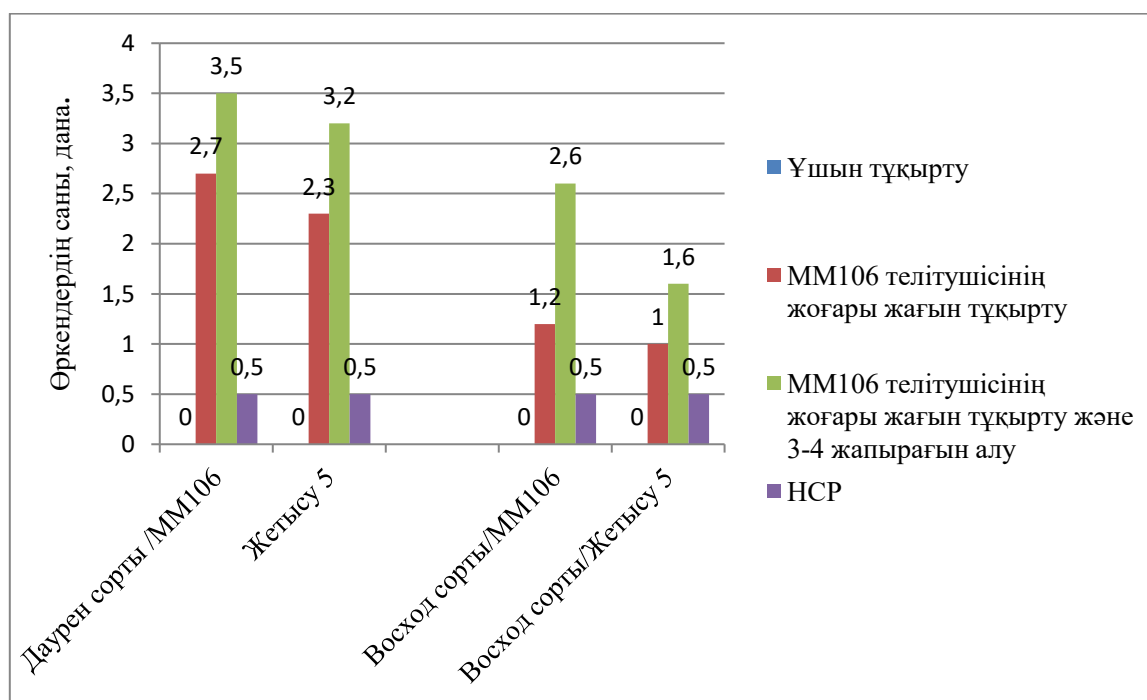
1-сурет – Алманың бір жылдық көшеттерінің биіктігіне механикалық әдістердің әсері, см

Механикалық әдістермен бірге жапырақ арқылы қоректендіру алма көшеттерінің биіктігіне айтарлықтай әсер еткен жоқ.

Восход сортында эпин-экстра, энерген аква және ому рост қоректік ерітінділерімен механикалық әдістердің бірлескен өзара әрекеттесу кезінде, бақылау нұсқасымен салыстырғанда көшеттердің биіктігінің шамалы өсуі байқалады.

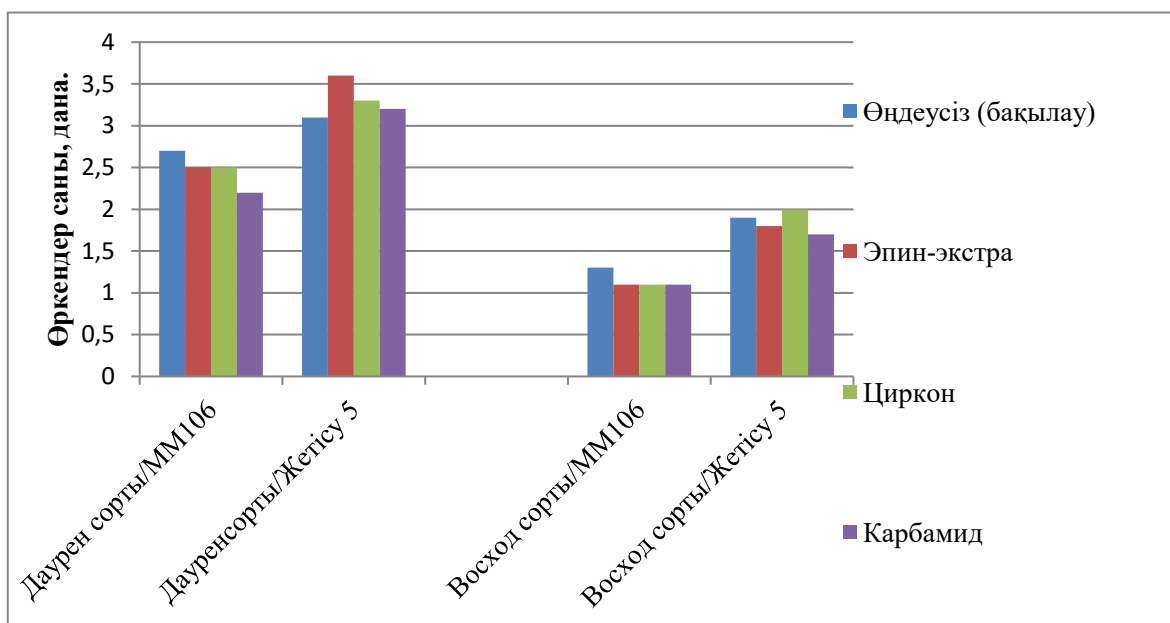
Механикалық әдістер жүргізбеген нұсқада бүйірлік бұтақтардың пайда болуы байқалмады. Механикалық әдістерді қолдана отырып орталық өткізгішке әсер ету арқылы барлық сорттық телітуші комбинацияларының бір жылдық алма көшеттеріндегі бүйірлік өркендерінің саны артты. Екі әдіс те көшеттіктің екінші танабындағы сорттың бұтақталуына оң әсер етті, бірақ салыстыру кезінде айтарлықтай айырмашылықтар болды. Жоғары жағын тұқырту Восход сортында Жетісу 5 телітушісінде 1 бүйірлік өркеннің пайда болуына ықпал етті, ал Дәурен сортында ММ106 телітушісінде 2,7 дейін жетті.

Механикалық әдістердің ең әлсіз әсері Восход сортының Жетісу 5 телітушісінде байқалды. Жоғарғы жағын тұқыртып, үстіңгі 3-4 жапырақтарын алып тастаған Восход сортының ММ106 телітушісінде күшті әсермен ерекшеленді. Бұл нұсқада бүйірлік өркеннің санының 2,6 данаға дейін өсуі байқалды, бұл жай ғана жоғары жағын тұқыртқаннан 1,4 есе артық. Алма ағашының бір жылдық көшеттерінің бұтақтану дәрежесі бойынша әртүрлі механикалық әдістердің әсеріне байланысты, зерттелген сорттық телітушілер комбинацияларын екі топқа бөлуге болады: әлсіз бұтақталған Восход сортының ММ106 телітушісінде, Восходтың Жетісуда 5 телітушісінде; орташа бұтақталған Дәурен сортының ММ106 және Жетісу 5 телітушісінде (2-сурет).



2-сурет – Механикалық әдістердің пайда болған бүйірлік өркендердің санына әсері

Жапырақ арқылы қоректендіруді механикалық әдістермен бірге қолдану, көшеттіктегі алма көшеттерінің бұтақталуына әртүрлі әсер етті. Жеке өңдеулер мен сорттар бойынша бүйірлік өркендер санының шамалы өсуі байқалды: ММ106 телітушісін Дәурен сортында Эпин ерітіндісімен қоректендіру кезінде; ММ106 телітушісін Дәурен және Восход сорттарында цирконмен қоректендірген кезінде; ММ106 телітушісін Дәурен сортында карбамид ерітіндісімен қоректендіру кезінде (3-сурет).



3-сурет – Пайда болған бүйірлік өркен санына механикалық әдістермен бірге жапырық арқылы берілетін қоректік ертінділердің әсері

Басқа нұсқалардағы өзара әрекеттесу бір жылдық алма көшеттеріндегі бүйірлік өркендердің санының айтарлықтай өсуіне немесе төмендеуіне ықпал етпеді (1-кесте).

1-кесте – Әр түрлі телітушілерде бір жылдық алма көшеттерінде жапырақ арқылы қоректендірумен механикалық әдістердің бүйірлік өркендердің ерте пайда болуына әсері (2022-2024 жж.)

Телітушілер	Химиялық әдістер, А	Механикалық әдістер, В		Орташа, А
Ерте пайда болатын бүйірлік өркендердің саны				
Дәурен/ММ106	Өңдеусіз	2,7	3,5	3,1
	Эпин-экстрат	2,9	4,3	3,6
	Циркон	3,0	3,6	3,3
	Карбамид	2,7	3,7	3,2
	Орташа	2,8	3,8	
	НСР _{0,05}	0,5		
Дәурен/Жетісу 5	Өңдеусіз	2,3	3,2	2,7
	Эпин-экстрат	1,9	3,2	2,5
	Циркон	2,2	2,9	2,5
	Карбамид	1,9	2,6	2,2
	орташа	2,1	3,0	
	НСР _{0,05}	2,1		
Восход/ММ106	Өңдеусіз	1,2	2,6	1,9
	Эпин-экстрат	1,5	2,2	1,8
	Циркон	1,6	2,5	2,0
	Карбамид	1,2	2,3	1,7
	Орташа	1,4	2,4	
	НСР _{0,05}	0,5		
Восход/Жетісу 5	Өңдеусіз	1,0	1,6	1,3
	Эпин-экстрат	0,9	1,3	1,1
	Циркон	0,8	1,4	1,1
	Карбамид	0,9	1,3	1,1
	Орташа	0,9	1,4	
	НСР _{0,05}	0,5		

Алма ағашының бір жылдық көшеттеріне механикалық әдістерді қолданған кезде, осы екі әдістің ерте пайда болатын бүйірлік өркендердің шығу бұрышына әр түрлі әсері байқалды. Жоғары жағын тұқыртқан кезінде бұтақтардың аз саны ғана емес, сонымен қатар шығу бұрышы сүйір болғаны да байқалды. ММ106 және Жетісу 5 телітушілерінің Восход сортында шығуы 40°C-тан төмен болды, бұл одан әрі қалыптасуына қолайсыз, сондай ақ оңтайлы шығу бұрыштарын алу үшін қосымша әдістер қажет. Жетісу 5 телітушісіндегі Дәурен сортының шығу бұрышы рұқсат етілген және 47,1°C тең болған, Дәурен сортының ММ106 телітушісінде 66,5°C-қа тең болды. Үстіңгі жағын тұқырту және жоғарғы 3-4 жапырақтарын алып тастау бүйірлік өркендердің орташа санының артуына ғана емес, сонымен қатар олардың шығу бұрышының ұлғаюына ықпал етті. Бұл Механикалық әдіс Дәурен/ММ106 сорттық телітуші комбинациясын қоспағанда, барлық зерттелген сорттық телітуші комбинацияларының жоғарғы жағын қарапайым тұқыртумен салыстырғанда шығу бұрышын арттыруға ықпал етті: Дәурен / Жетісу 5 47,1°C - 54,4°C дейін; Восход/ММ1056 38°C-53,9°C дейін; Восход / Жетісу 5 38,9°C-56,5°C дейін (2-кесте).

2-кесте – Бір жылдық көшеттердегі ерте пайда болатын бүйірлік өркендердің шығу бұрышына жапырақ арқылы берілетін қоректік ертіңділермен мен механикалық әдістердің әсері (2022-2024 жж.)

Сорттық/телітуші	Химиялық әдістер, А	Механикалық әдістер, В		Орташа, А
Ерте пайда болатын бүйірлік өркендердің шығу бұрышы				
Дәурен/ММ106	Өңдеусіз	66,5	63,7	65,1
	Эпин-экстрат	63,9	68,2	66,0
	Циркон	62,0	68,2	65,1
	Карбамид	57,4	68,6	63,0
	Орташа	62,4	67,2	
	НСР _{0,05}	5,9		
Дәурен/Жетісу 5	Өңдеусіз	47,1	54,4	50,7
	Эпин-экстрат	46,3	55,3	50,8
	Циркон	45,1	55,3	50,2
	Карбамид	49,4	54,6	52,0
	Орташа	47,0	54,9	
	НСР _{0,05}	3,6		
Восход/ММ106	Өңдеусіз	38,0	53,9	45,9
	Эпин-экстрат	53,4	56,8	55,1
	Циркон	40,1	56,7	48,4
	Карбамид	47,0	57,2	52,1
	Орташа	44,6	56,1	
	НСР _{0,05}	5,4		
Восход/Жетісу 5	Өңдеусіз	38,9	56,5	47,7
	Эпин-экстрат	45,2	56,0	50,6
	Циркон	46,5	56,3	51,4
	Карбамид	42,6	57,0	49,8
	Орташа	43,3	56,4	
	НСР _{0,05}	3,1		

Химиялық өңдеулерді механикалық әдістермен бірге қолдану алма ағашының бір жылдық көшеттеріндегі бүйірлік өркендердің шығу бұрышына айтарлықтай әсер етпеді. Жапырақ арқылы қоректендіру барлық зерттелген сорттық телітуші комбинацияларының шығу бұрышының шамалы өсуіне ықпал етті, ал ММ106 телітушісінің Восход сортында Эпин-экстра ерітіндісімен өңдеу кезінде бұл көрсеткіштің 45,9°C бақылау нұсқасымен салыстырғанда 55,1°C дейін айтарлықтай өсуі байқалды.

Жапырақ арқылы қоректендіретін Эпин-экстра, циркон және карбамид ерітінділерді

механикалық әдістермен бірге өңдеу, барлық сорттық телітуші комбинацияларындағы бүйірлік өркендердің ұзындығына және жер бетінен бірінші бұтақтың орналасуына айтарлықтай әсер етпеді. Бұл көрсеткіштер көбінесе алма ағашының бір жылдық көшеттеріне әсер етудің механикалық әдістерін қолдануға байланысты болды. Үстіңгі жағын тұқыртып, жоғарғы 3-4 жапырақтарын алып тастаумен салыстырғанда, жоғары жағын тұқырту нұсқасында бүйірлік бұтақтардың ең үлкен ұзындығы және бірінші бүйірлік бұтақтардың жоғары орналасуы байқалды (4-сурет).



4-сурет – Дәурен сортының алма көшеттеріне механикалық әдістердің әсері

ММ106 телітушісінің Дәурен және Восход сорттарында, сондай ақ Жетісу 5 телітушісінің Дәурен сортында агротехникалық әдістерді қолдануға байланысты, көшеттерге қойылатын талаптарға сәйкес келетін стандартты бұтақталған алма көшеттерінің шығымы 93-95 % құрады.

Қорытынды: Осылайша, бір жылдық алма көшеттерінде ең көп ерте пайда болатын бүйірлік өркендерді алу үшін, алма ағашының 80 см жеткен кезде жоғарғы жағын тұқыртып, үстіңгі 3-4 жапырақтарын алып тастау ең тиімді әдіс болып табылады. Бұл нұсқада қарапайым жоғарғы жағын тұқыртумен салыстырғанда, зерттелген барлық сорттық телітуші комбинацияларының биіктіктерінің бір қалыпты төмендеуімен қатар, бүйірлік өркендердің шығу бұрышымен орташа санының артқаны анықталды.

Жапырақ арқылы берілетін қоректік өсу реттегіш тыңайтқыштарын қолдану биометриялық көрсеткіштердің артуына ықпал етті. Жапырақ арқылы берілетін Эпин және Энерген аква ерітінділерімен қоректендіру ММ106 телітушісінің Восход сортында шамалы болса да, діңнің диаметрінің өсуіне және ерте пайда болатын бүйірлік өркеннің санына оң әсер етті.

Қаржыландыру. Мақала Қазақстан Республикасы ауыл шаруашылығы министрлігінің бағдарламалық-мақсаттық қаржыландыру аясында BR22884599 «Жеміс-жидек дақылдары мен жүзімнің көрсетілген параметрлері бар жаңа сорттарын жасау, заманауи әдістемені қолдана отырып, жоғары өнімді екпелердің аймақтық технологияларын әзірлеу» ФТЖ шеңберінде дайындалды, 2024-2026 ж.

Әдебиеттер:

[1] **Кочкин, Д.А.,** Фоменко Т.Г., Оплачко Р.А. Агротехнические приёмы для получения качественных однолетних саженцев яблони.//Научные труды Северо-Кавказского зонального научно-исследовательского института садоводства и виноградарства, 2023. – Том 37. – С.111-114

- [2] **Упадышева, Г.Ю.** Агротехнологические аспекты выращивания разветвленных однолетних саженцев яблони //Плодоводство и ягодоводство России, 2024. – Т. 77. – С. 81-90.
- [3] **Безух, Е. П.,** Егорова К. И., Юнин В. А. Выращивание кронированных саженцев плодовых культур с помощью длинных черенков //АгроЭкоИнженерия, 2022. – №. 2 (111). – С. 61-73.
- [4] **Танкевич, В.В.** Влияние подвоев на рост и продуктивность яблони в Крыму //Плодоводство, 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 353-358.
- [5] **Драбудько, Н.Н.,** Левшунов В.А., Самусь В.А. Влияние технологических приемов на ветвление однолетних саженцев плодовых культур в питомнике //Плодоводство, 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 130-139.
- [6] **Кинаш, Г.А.** Влияние рострегулирующего препарата Арболин и высоты прищипывания апикальных листьев на активизацию ветвления однолетних саженцев сливы // Плодоводство и виноградарство юга России, 2017. – № 43 (1) – С. 85-96
- [7] **Дорошенко, Т.Н.** Особенности создания уплотненных насаждений яблони на юге европейской части России: морфофизиологические аспекты / Т.Н. Дорошенко, Л.Г. Рязанова и др. – Краснодар: Тр. КубГАУ, 2019.– № 4 (79). – С. 97-103.
- [8] **Кощачев, А.Г.** Развитие органического садоводства/ аналитический обзор / А.Г. Кощачев [и др.]. – Москва, ФГБНУ «Росинформагротех», 2020. – 64 с.
- [9] **Рябцева, Т.В.** 10-летние исследования роста и продуктивности яблони на подвоях различной силы роста в зависимости от типа кронирования посадочного материала //Плодоводство, 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 69-79.
- [10] **Кудасов, Ю.Л.** Выращивание кронистых однолеток семечковых пород / Ю.Л. Кудасов, К.Г. Карычев // От черенка до яблони. – Алма-Ата, «Кайнар», 1976. – С. 83-87.
- [11] **Красова, Н. Г.,** Галашева А.М., Лупин М.В. Оценка технологических приемов получения разветвленных саженцев яблони в питомнике //Современное садоводство. Contemporary horticulture, 2021. – №. 4. – С. 9-20.
- [12] **Трунов, А. Ю.,** Трунов Ю.В., Брюхина С.А., Меделяева А.Ю. Влияние некорневых подкормок специальными удобрениями на повышение качества саженцев яблони в питомнике //Наука и Образование, 2024. – Т. 7. – №. 3.
- [13] **Драбудько, Н. Н.,** Левшунов В. А., Самусь В.А. Влияние технологических приемов на ветвление однолетних саженцев плодовых культур в питомнике //Плодоводство, 2022. – Т. 25. – №. 1. – С. 130-139.
- [14] **Кефели, В.И.** Рост растений / Кефели В.И. – Москва: Колос, 1973. – 120 с.
- [15] **Упадышева, Г.Ю.,** Мертвищева М.Е., Панищева Д.В. Изменение ростовых и биохимических показателей у однолетних растений черешни под влиянием регуляторов роста //Садоводство и виноградарство, 2023. – №. 6. – С. 33-40.
- [16] **Сафарова, М. А.** Влияние физиологически активных веществ полученных из растения мoringa на продуктивность культуры яблоня. Effect of physiologically active substances obtained from moringa plant on apple tree crop productivity //Микробиомы почв и отвалов карьерно-отвального комплекса по добыче огнеупорных глин. Microbiomes of soils and dumps of the quarry-dump complex for the extraction of refractory clays, 2021. – С. 215.
- [17] <https://o-pogode.ru/prognoz-november-2022/esik>
- [18] **Седов, Е.Н.,** Огольцова Т.П. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. – Орел: ВНИИСПК, 1999. – 608 с.
- [19] **Доспехов, Б.А.** Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований) / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References:

- [1] **Kochkin, D.A.,** Fomenko T.G., Oplachko R.A. Agrotehnicheskie prijomy dlja poluchenija kachestvennyh odnoletnih sazhencev jabloni.//Nauchnye trudy Severo-Kavkazskogo zonal'nogo nauchno-issledovatel'skogo instituta sadovodstva i vinogradarstva, 2023. – Tom 37. – S.111-114 [in Russian]
- [2] **Upadysheva, G.Ju.** Agrotehnologicheskie aspekty vyrashhivaniya razvetvlennyh odnoletnih sazhencev jabloni //Plodovodstvo i jagodovodstvo Rossii, 2024. – Т. 77. – S. 81-90. [in Russian]
- [3] **Bezuh, E.P.,** Egorova K.I., Junin V.A. Vyrashhivanie kronirovannyh sazhencev plodovyh kul'tur s pomoshh'ju dlinnyh cherenkov //АгроЕкоИнженерия, 2022. – №. 2 (111). – S. 61-73. [in Russian]

- [4] **Tankevich, V.V.** Vlijanie podvoev na rost i produktivnost' jabloni v Krymu //Plodovodstvo, 2022. – T. 25. – №. 1. – S. 353-358. [in Russian]
- [5] **Drabud'ko, N.N.,** Levshunov V.A., Samus' V.A. Vlijanie tehnologicheskikh priemov na vetvlenie odnoletnih sazhencev plodovyh kul'tur v pitomnike //Plodovodstvo, 2022. – T. 25. – №. 1. – S. 130-139. [in Russian]
- [6] **Kinash, G.A.** Vlijanie rostregulirujushhego preparata Arbolin i vysoty prishhipyvanija apikal'nyh list'ev na aktivizaciju vetvlenija odnoletnih sazhencev slivy // Plodovodstvo i vinogradarstvo juga Rossii, 2017. – № 43 (1) – S. 85-96 [in Russian]
- [7] **Doroshenko, T.N.** Osobennosti sozdaniya uplotnennyh nasazhdenij jabloni na juge evropejskoj chasti Rossii: morfofiziologicheskie aspekty / T.N. Doroshenko, L.G. Rjazanova i dr. – Krasnodar: Tr. KubGAU, 2019.– № 4 (79). – S. 97-103. [in Russian]
- [8] **Koshhaev, A.G.** Razvitie organicheskogo sadovodstva/ analiticheskij obzor / A.G. Koshhaev [i dr.]. – Moskva, FGBNU «Rosinformagroteh», 2020. – 64 s. [in Russian]
- [9] **Rjabceva, T.V.** 10-letnie issledovanija rosta i produktivnosti jabloni na podvojah razlichnoj sily rosta v zavisimosti ot tipa kronirovanija posadochnogo materiala //Plodovodstvo, 2022. – T. 25. – №. 1. – S. 69-79. [in Russian]
- [10] **Kudasov, Ju.L.** Vyrashhivanie kronistyh odnoletok semechkovyh porod / Ju.L. Kudasov, K.G. Karychev // Ot cherenka do jabloni. – Alma-Ata, «Kajnar», 1976. – S. 83-87. [in Russian]
- [11] **Krasova, N.G.,** Galasheva A.M., Lupin M.V. Ocenka tehnologicheskikh priemov poluchenija razvetvlennyh sazhencev jabloni v pitomnike //Sovremennoe sadovodstvo–Contemporary horticulture, 2021. – №. 4. – S. 9-20.
- [12] **Trunov, A.Ju.,** Trunov Ju.V., Brjuhina S.A., Medeljaeva A.Ju. Vlijanie nekornevyh podkormok special'nymi udobrenijami na povyshenie kachestva sazhencev jabloni v pitomnike //Nauka i Obrazovanie, 2024. – T. 7. – №. 3. [in Russian]
- [13] **Drabud'ko, N.N.,** Levshunov V.A., Samus' V.A. Vlijanie tehnologicheskikh priemov na vetvlenie odnoletnih sazhencev plodovyh kul'tur v pitomnike //Plodovodstvo, 2022. – T. 25. – №. 1. – S. 130-139.
- [14] **Kefeli, V.I.** Rost rastenij / Kefeli V.I. // Moskva "Kolos", 1973. – 120 s. [in Russian]
- [15] **Upadysheva, G.Ju.,** Mertvishheva M.E., Panishheva D.V. Izmenenie rostovyh i biohimicheskikh pokazatelej u odnoletnih rastenij cheresni pod vlijaniem reguljatorov rosta //Sadovodstvo i vinogradarstvo, 2023. – №. 6. – S. 33-40. [in Russian]
- [16] **Safarova, M. A.** Vlijanie fiziologicheskii aktivnyh veshhestv poluchennyh iz rastenija moringa na produktivnost' kul'tury jablonja. Effect of physiologically active substances obtained from moringa plant on apple tree crop productivity //Mikrobiomy pochv i otvalov kar'erno-otvla'nogo kompleksa po dobyche ogneupornyh glin. Microbiomes of soils and dumps of the quarry-dump complex for the extraction of refractory clays, 2021. – S. 215. [in Russian]
- [17] <https://o-pogode.ru/prognoz-november-2022/esik>
- [18] **Sedov, E.N.,** Ogol'cova T.P. Programma i metodika sortoizuchenija plodovyh, jagodnyh i orehoplodnyh kul'tur. – Orel: VNIISPK, 1999. – 608 s. [in Russian]
- [19] **Dospehov, B.A.** Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovanij) / B.A. Dospehov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s. [in Russian]

ВЛИЯНИЕ АГРОПРИЕМОМ НА ВЕТВЛЕНИЕ ОДНОЛЕТНИХ САЖЕНЦЕВ

Уразаева М.В., магистр сельскохозяйственных наук
Басымбеков Н.Ш., кандидат сельскохозяйственных наук
Ормахаев А. М., докторант
Казыбаева С. Ж., кандидат сельскохозяйственных наук
Сарсенбаева Г.Б., кандидат сельскохозяйственных наук

¹ТОО «Казахский научно-исследовательский институт плодовоовощеводства», г. Алматы, Казахстан

²ТОО «Казахский научно-исследовательский институт защиты и карантина растений имени Ж.Жиембаева», г. Алматы, Казахстан

Аннотация. На сегодняшний день при закладке интенсивного сада большое значение уделяется высококачественному посадочному материалу плодовых культур с заданными параметрами. Целью данного исследования является усовершенствование технологии выращивания разветвленных однолетних саженцев яблони. Получение таких саженцев возможно при соблюдении ряда условий. В данной статье показано различное влияние механических приемов и химических препаратов на ветвление и ростовые процессы однолетних саженцев яблони. Среди всех изученных агротехнических приемов, максимальное число боковых разветвлений было получено при прощипывании верхушки и удалении верхних 3-4 листовых пластин совместно с некорневыми обработками Эпином и Энерген аква. Установлены различия в реакции отдельных сорто-подвойных комбинаций в зависимости от региона произрастания на совместное воздействие механических приемов с некорневыми обработками. У сорта Восход на подвое ММ106 при оптимальных условиях вегетационного периода двукратные некорневые обработки Эпином и Энерген аква совместно с прощипыванием верхушки и удалением верхних 3-4 листовых пластин способствовали достоверному увеличению количества боковых побегов. Выход стандартных разветвленных саженцев яблони, соответствующих требованиям в зависимости от использования агротехнических приемов на всех сорто-подвойных комбинациях составил 93-95%.

Ключевые слова: разветвленные саженцы, яблоня, сорто-подвойные комбинации, агроприемы.

INFLUENCE OF AGRICULTURAL PRACTICES ON THE BRANCHING OF ANNUAL SEEDLINGS

Urazayeva M., Master of Agricultural Sciences
Basymbekov N.Sh., Candidate of Agricultural Sciences
Ormakhaev A.M., PhD student
Kazybayeva S. Zh., Candidate of Agricultural Sciences
Sarsenbayeva G.B., Candidate of Agricultural Sciences

¹*«Kazakh fruit and Vegetable Research Institute» LLP, Almaty, Kazakhstan*

²*«Zh.Zhiembaev Kazakh Research Institute of Plant Protection and Quarantine» LPP, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. Today, when laying an intensive garden, great importance is paid to high-quality planting material of fruit crops with specified parameters. The purpose of this study is to improve the technology of growing branched annual apple seedlings. Obtaining such seedlings is possible if a number of conditions are met. This article shows the different effects of mechanical techniques and chemicals on the branching and growth processes of annual apple seedlings. Among all the studied agrotechnical techniques, the maximum number of lateral branches was obtained by pinching the tip and removing the upper 3-4 leaf plates together with non-root treatments with Epin and Energen aqua. Differences in the reaction of individual cultivar-rootstock combinations, depending on the region of growth, to the combined effect of mechanical techniques with non-root treatments have been established. In the Voskhod variety on the MM106 rootstock, under optimal conditions of the growing season, two-fold non-root treatments with Epin and Energen aqua, together with pinching the tip and removing the upper 3-4 leaf plates, contributed to a significant increase in the number of lateral shoots. The yield of standard branched apple seedlings that meet the requirements depending on the use of agrotechnical techniques in all variety-rootstock combinations was 93-95%.

Keywords: branched seedlings, apple tree, variety-rootstock combinations, agricultural practices.

СУ ҮНЕМДЕУ МЕН ӨНІМДІЛІКТІ АРТТЫРУДА БИОКОМПОЗИТТІ ГИДРОГЕЛЬДЕРДІ ҚОЛДАНУДЫҢ АГРОТЕХНИКАЛЫҚ НЕГІЗДЕРІ

Азимов А.М.¹, PhD

azimov-78@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-1316-5854>

Изтлеуов Г.М.^{1*}, химия ғылымдарының кандидаты, профессор

gani5@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0002-5722-342X>

Ертаева Ж.Т.², PhD

jain_0404@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8848-6794>

Болысбек А.А.¹, техника ғылымының кандидаты, доцент

aidarali@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8708-2608>

¹М. Әуезов атындағы Оңтүстік Қазақстан университеті, Шымкент қ., Қазақстан,

²Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан

Аңдатпа. Бұл зерттеуде ауыл шаруашылығында қолдануға арналған биокөпозиттік гидрогельдердің физика-химиялық және агрономиялық қасиеттері кешенді түрде зерттелді. Гидрогельдер гидролизденген полиакрилонитрил (ГИПАН) және натрий карбоксиметилцеллюлозасы (КМЦ) негізінде синтезделіп, олардың ісіну дәрежесі, су ұстау қабілеті мен механикалық тұрақтылығы анықталды. Синтез нәтижелері бойынша ең тиімді гидрогель құрамы ГИПАН/КМЦ = 70/30 қатынасы болып табылды, ол жоғары ісіну дәрежесімен (580 г/г) және 7 күннен кейінгі су ұстау қабілетімен (85%) ерекшеленді. Гидрогельдердің топырақ жағдайындағы механикалық қасиеттері зерттеліп, балшықты топырақта құрылымның тұрақтылығы 180 күнге дейін сақталатыны анықталды.

Ауыл шаруашылық тәжірибелері гидрогельдердің топырақтың физикалық параметрлеріне айтарлықтай әсер ететінін көрсетті: далалық ылғал сыйымдылығы 46,4% артты, су өткізгіштігі 37,8% төмендеді, ал әлсіреу ылғалдылығы 50% көбейді. Гидрогель құрамында инкапсуляцияланған тыңайтқыштардың (азот, фосфор, калий) бөліну тиімділігі жоғары болып, 30 күн ішінде 70-80% деңгейінде жүзеге асты, ал пайдалану тиімділігі 82-85% аралығында болды. Өсімдік өсіру тәжірибелері көрсеткендей, гидрогель енгізу (0,3%) өсімдіктердің биіктігін 20,4%, дән массасын 17,4%, өнімділік 30,2%, ал ақуыз мөлшері 13,3% артты.

Сонымен қатар, әртүрлі ауылшаруашылық дақылдарында (бидай, жүгері, мақта, көкөністер) гидрогель қолдану өнім өсімін 25-40%, су үнемдеуді 30-50% деңгейінде қамтамасыз етті. Жалпы алғанда, гидрогельдерді қолдану топырақтың су-физикалық қасиеттерін жақсартуға, тыңайтқыштардың тиімділігін арттыруға және су ресурстарын үнемдеуге мүмкіндік береді.

Тірек сөздер: гидрогель, ауыл шаруашылығы, топырақ, ылғалды ұстау қабілеті, ісіну дәрежесі, тыңайтқыш тиімділігі, дақыл өнімділігі, суды үнемдеу.

Кіріспе. Жедел климаттық өзгерістер фондында топырақтардың деградациясы мен шөлейттену мәселесі барған сайын өзекті және ғаламдық сипатқа ие болуда. БҰҰ-ның Азық-түлік және ауыл шаруашылығы ұйымының (ФАО) бағалауы бойынша, әлемдегі топырақтардың шамамен 33%-ы әртүрлі деградация түрлеріне ұшыраған, жыл сайын 24 миллиард тоннаға дейін құнарлы топырақ қабаты жоғалуда [1,2]. Бұл процестер өнімділіктің төмендеуімен, азық-түлік және су қауіпсіздігінің шиеленісуімен, қоршаған орта сапасының нашарлауымен және биологиялық әртүрліліктің қысқаруымен қатар жүреді. Әсіресе, бұл тұрғыда құрғақ және жартылай құрғақ аймақтар осал болып табылады, мұнда агроландшафттар су тапшылығына ұшырап, интенсивті жер пайдалану мен климаттық тұрақсыздықтан зардап шегуде [3,4].

Топырақ балансының бұзылуына ықпал ететін негізгі факторлар орташа жылдық

температуралардың өсуі, құрғақшылық кезеңдерінің жиілеуі, жауын-шашынның теңсіз таралуы және булану деңгейінің артуы болып табылады. Мұндай жағдайда дәстүрлі мелиорация мен агрономиялық әдістер жиі жеткіліксіз тиімді болады. Бұзылған топырақ функцияларын қалпына келтіріп, ауыл шаруашылығы өндірісінің климаттық өзгерістерге төзімділігін арттыруға қабілетті инновациялық, тұрақты және экологиялық қауіпсіз шешімдерді енгізу қажетт [5,6].

Қазіргі агробиотехнологиялар саласындағы ең перспективалы бағыттардың бірі – биокомпозитті ыдырайтын гидрогельдерді пайдалану. Бұл материалдар ылғалды жоғары деңгейде ұстап тұруға, оның булануын азайтуға және құрғақшылық жағдайында суды біртіндеп босатуға қабілетті [7,8]. Гидрогельдер саласындағы зерттеулердің қарқынды дамуына қарамастан, бүгінгі күні олардың медицинадағы қолданылуына – препараттарды мақсатты жеткізу, тіндерді регенерациялау және жараларды емдеу үшін қолданылуына басты назар аударылуда [9,10]. Температураға сезімтал гидрогельдер ерекше қызығушылық тудырады – бұл полимерлік құрылымдар қоршаған ортаның температурасы өзгерген кезде физика-химиялық қасиеттерін өзгертеді [11,12].

Зерттеу материалдары мен әдістемесі.

Зерттеу аймағының сипаттамасы. Зерттеу жұмысы Қазақстан Республикасының оңтүстігінде орналасқан Түркістан облысының Сарыағаш ауданында жүргізілді. Ауданның табиғи-климаттық ерекшелігі – айқын континенттік және ыстық климаттық жағдай. Жаз мезгілі ұзақ әрі жауын-шашыны аз, құрғақ болып келеді. Орташа жылдық ауа температурасы шамамен 13-14 °С аралығында, ал жаз айларында көрсеткіш 35 °С-тан жоғары деңгейге жетеді. Жыл бойғы жауын-шашын көлемі 250 мм шамасында ғана, бұл ауыл шаруашылығы саласында су тапшылығының орын алуына әкеледі. Маусымдық температура айырмасы өте жоғары болғандықтан, жазғы құрғақшылық пен қысқы суық кезеңдер егіншіліктің тұрақтылығына елеулі әсер етеді және өнімділікті төмендететін негізгі факторлардың бірі болып саналады.

Гидрогельдердің түрлері

Биокомпозиттік гидрогельдердің синтез әдісі

Биокомпозитті гидрогельдерді алу барысында келесі реагенттер пайдаланылды: гидролизденген полиакрилонитрил (ГИПАН, 33%), натрий карбоксиметилцеллюлозасы (КМЦ, 5%) және айқас байланыс түзуші агент ретінде 0,01% N,N'-метиленбисакриламид (МБАА). Барлық қолданылған заттар аналитикалық тазалық деңгейінде болды және қосымша тазарту рәсімдерін қажет етпеді [13,14].

Синтез үрдісі бірнеше негізгі кезеңнен тұрады:

1. ГИПАН ерітіндісін дайындау.

33% концентрациялы ГИПАН ерітіндісі тазартылған суда 60 °С температурада 1 сағат бойы үздіксіз араластыру арқылы сұйылту нәтижесінде дайындалды.

2. КМЦ қосу.

Алынған ГИПАН ерітіндісіне 5% КМЦ ерітіндісі енгізіліп, 300 айн/мин жылдамдықпен біртекті масса түзілгенше араластырылды.

3. Айқас байланыстырушы агентті енгізу.

Полимерлер толық ерігеннен кейін жүйеге 0,01% МБАА ерітіндісі қосылып, кросс-байланыстыру процесі жүзеге асырылды. Реакция 70 °С температурада 2 сағат бойы жалғастырылды.

4. Қалыптау және кептіру.

Пайда болған гелдер салқындалтылып, этанолмен жуылды – бұл реакцияға түспеген қалдықтарды жоюға мүмкіндік береді. Соңында үлгілер 50 °С температурада тұрақты масса алынғанға дейін кептірілді.

Гидрогельдің физика-химиялық сипаттамалары Талдау әдістері: ИК-спектроскопия (Thermo Nicolet iS50, АҚШ), рентгендік дифракция (Rigaku MiniFlex 600, Жапония), электронды микроскоп (Hitachi SU3500), термогравиметриялық талдау (TA Instruments Q50,

АҚШ). Сондай-ақ ылғал сіңіру/бөлу кинетикасы, тұзды ерітінділерде (NaCl, KCl, CaCl₂) ісіну қасиеттері, биоыдырау жылдамдығы зерттелді [14,15].

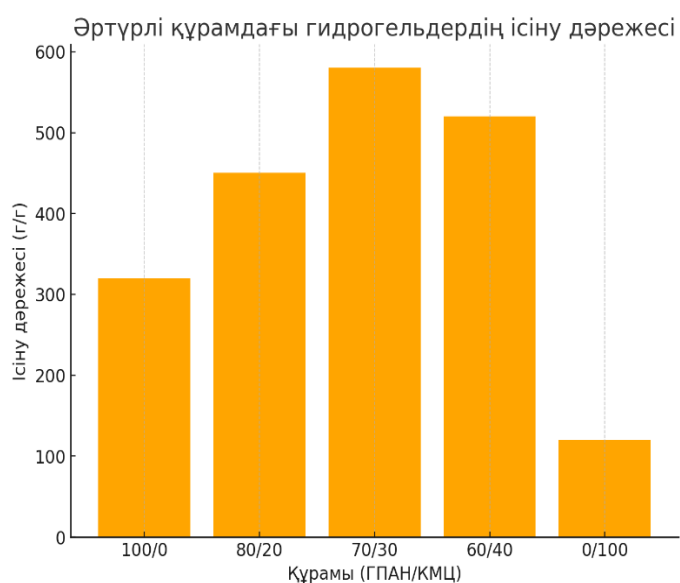
Зертханалық сынақтар Binder KBWF 240 климаттық камерасында (Германия) гидрогельдің ылғалды ұстау қабілеті, бидай тұқымының өсуіне әсері зерттелді.

Далалық эксперимент деградацияланған топырақтарда жүргізілді:

- Бақылау учаскесі: табиғи қалпына келу;
- Эксперименттік учаске: 30 г/м² гидрогель қолданылды.

Зерттеу нәтижелері және оларды талқылау. Алынған деректердің дәлділігін анықтау үшін Шапиро–Уилк және Колмогоров–Смирнов әдістері пайдаланылды. Бұл әдістерді қолдану, кейбір статистикалық талдауларды дұрыс жүргізу және алынған нәтижелердің сенімділігін қамтамасыз ету үшін маңызды болып табылады.

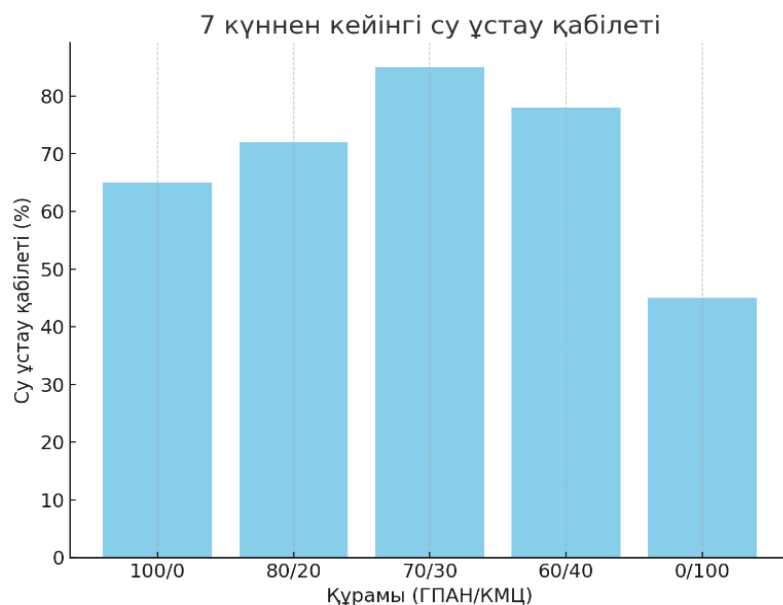
Гидрогельдердің ісіну дәрежесі олардың құрамындағы ГИПАН мен КМЦ мөлшеріне байланысты қалай өзгертетінін 1- суреттен көруге болады. Кестеден байқалғандай, КМЦ мөлшері артқан сайын ісіну дәрежесі де артады. Мысалы, 100/0 құрамында ісіну дәрежесі 320 г/г болса, 70/30 құрамында ол 580 г/г-ге дейін өседі.



1-сурет – Әртүрлі құрамдағы гидрогельдердің ісіну дәрежесі

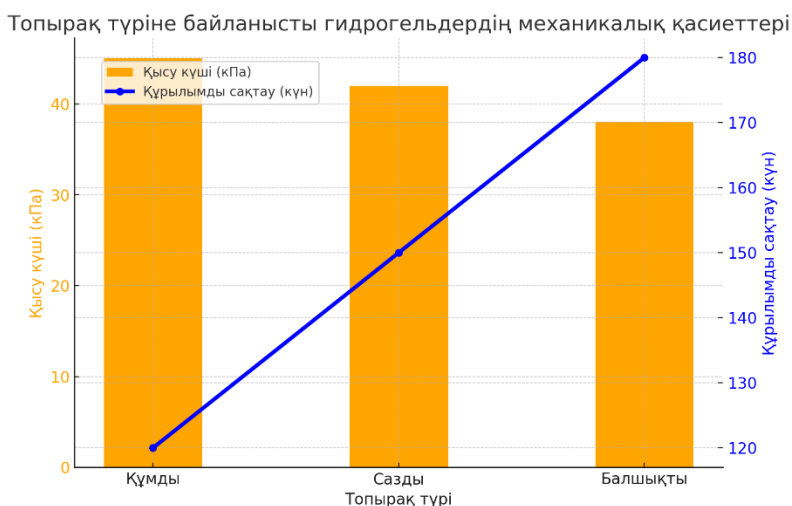
Бұл нәтиже КМЦ полимерінің гидрофильді қасиеті жоғары болғандықтан, оның суды сіңіру қабілетінің күшеюімен түсіндіріледі. Алайда КМЦ мөлшері 40%-ға жеткенде ісіну дәрежесі сәл төмендеп, 520 г/г мәніне дейін азаяды, бұл шамадан тыс аяқас байланыстар түзілуімен байланысты болуы мүмкін.

Гидрогельдердің ұзақ уақыт бойы суды сақтап тұру қабілетін 2- суретте көрсетілген. Көріп отырғанымыздай, ең жоғары су ұстау көрсеткіші 70/30 құрамында байқалады – 85% шамасында. Бұл КМЦ мен ГИПАН арасындағы оңтайлы арақатынас нәтижесінде гель құрылымында тиімді су ұстайтын торлы жүйе түзілуін білдіреді. Керісінше, таза ГИПАН (100/0) немесе таза КМЦ (0/100) үлгілерінің су ұстау қабілеті төмен – сәйкесінше 65% және 45%. Бұл гидрогель құрылымында бір ғана полимердің болуы судың булануына қарсы тұрақтылықты төмендететінін көрсетеді. Диаграммаларға сүйенсек, 70/30 қатынасы гидрогель синтезі үшін ең тиімді құрам болып табылады. Бұл үлгі суды көп сіңіріп қана қоймай, оны ұзақ уақыт сақтай алады. Сондықтан мұндай биокөпозиттік гидрогельдер ауыл шаруашылығында ылғал сақтағыш материал ретінде немесе биомедициналық мақсаттарда су реттегіш орта ретінде қолдануға мүмкіндік береді.



2-сурет – Гидрогельдердің ұзақ уақыт бойы суды сақтап тұру қабілеті

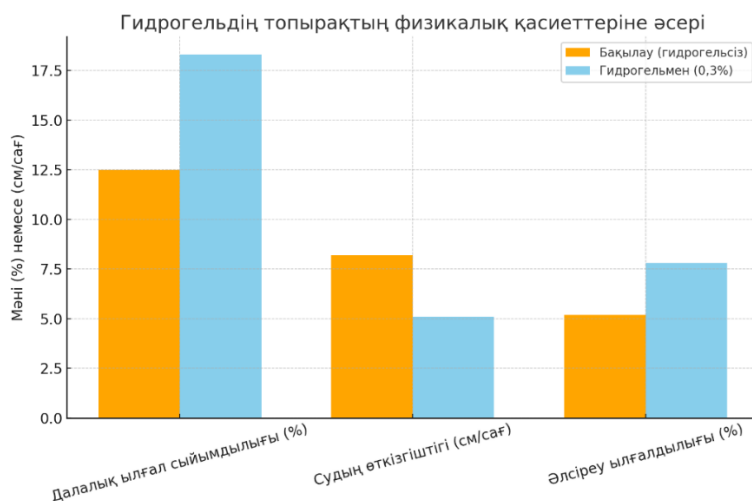
Топырақ түріне байланысты механикалық қасиеттердің өзгеруі 3-ші суретте көрсетілген. Бұл кестеде әртүрлі топырақ түрлеріндегі гидрогельдердің механикалық қасиеттері салыстырылып көрсетілген. Негізгі екі параметр қарастырылған: а) қысу күші (кПа) – материалдың сыртқы күшке төзімділігін сипаттайды; б) Құрылымды сақтау ұзақтығы (күн) – гидрогельдің топырақ жағдайында пішінін және құрылымдық тұрақтылығын қанша уақыт бойы сақтай алатынын көрсетеді. Кестеден байқағанымыздай, гидрогельдердің қысу күші топырақ түріне байланысты сәл өзгереді. Құмды топырақта қысу күші ең жоғары – 45 ± 3 кПа, бұл гидрогель бөлшектері арасындағы бос кеңістік көп болғандықтан материал қысқа уақыт ішінде нығаятынын көрсетеді. Сазды топырақта бұл көрсеткіш сәл төмен – 42 ± 3 кПа. Слайеу (балшықты) топырақта қысу күші ең төмен – 38 ± 3 кПа, себебі мұндай ортада гидрогельдің ісінуі мен су сіңіруі жоғары болып, құрылымның беріктігі азаяды.



3- сурет – Топырақ түріне байланысты механикалық қасиеттердің өзгеруі

4-суретте гидрогель енгізудің топырақтың негізгі физикалық қасиеттеріне әсері көрсетілген. Зерттеу барысында үш көрсеткіш қарастырылды: далалық ылғал сыйымдылығы, судың өткізгіштігі, және әлсіреу ылғалдылығы. Гидрогель енгізу (0,3%) топырақтың су ұстау қабілетін айтарлықтай арттырды. Бақылау үлгісінде бұл көрсеткіш 12,5%, ал гидрогель қосылған нұсқада 18,3% құрады. Бұл айырмашылық +46,4% өсімді көрсетеді. Мұндай

нәтиже гидрогельдің жоғары су сіңіру қасиеті мен топырақ ылғалын ұзақ уақыт сақтай алу қабілетінің дәлелі болып табылады. Гидрогель бөлшектері су молекулаларын байланыстырып, олардың булануын баяулатады, нәтижесінде топырақтағы тиімді ылғал көлемі ұлғаяды. Керісінше, гидрогель енгізілген жағдайда топырақтың су өткізгіштігі төмендеді. Бақылау нұсқасында ол 8,2 см/сағ, ал гидрогельмен өңделген топырақта 5,1 см/сағ болды, яғни 37,8%-ға азайды. Бұл гидрогель бөлшектерінің топырақ кеуектерін ішінара толтыруымен және судың тез ағып кетуін шектеуімен байланысты. Сондықтан гидрогель топырақ құрылымында су қозғалысын баяулатып, судың жер қабатында ұзағырақ сақталуын қамтамасыз етеді.

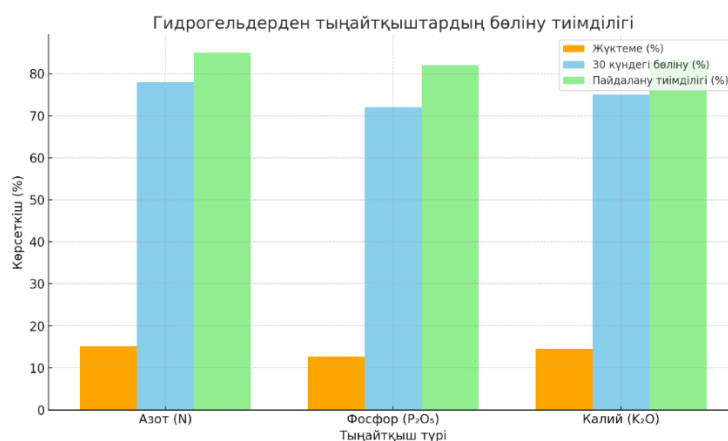


4-сурет – Гидрогельдің топырақтың физикалық қасиеттеріне әсері

Гидрогельдің тағы бір маңызды әсері – топырақтың әлсіреу ылғалдылығының артуы. Бұл көрсеткіш бақылау үлгісінде 5,2%, ал гидрогель қосылғанда 7,8% болды (+50,0% өзгеріс). Бұл гидрогельдің топырақтағы суды өсімдікке қолжетімді күйде ұстау қабілетін күшейтетінін білдіреді. Жалпы алғанда, гидрогельдің топыраққа қосылуы оның ылғал сақтау қабілетін арттырып, судың тез сіңуін тежейді, және топырақтағы өсімдікке қолжетімді судың үлесін ұлғайтады. Мұндай өзгерістер әсіресе құрғақ және жартылай құрғақ климаттық аймақтарда ауыл шаруашылығы үшін тиімді, себебі олар суару жиілігін азайтып, өсімдік өнімділігін арттыруға мүмкіндік береді.

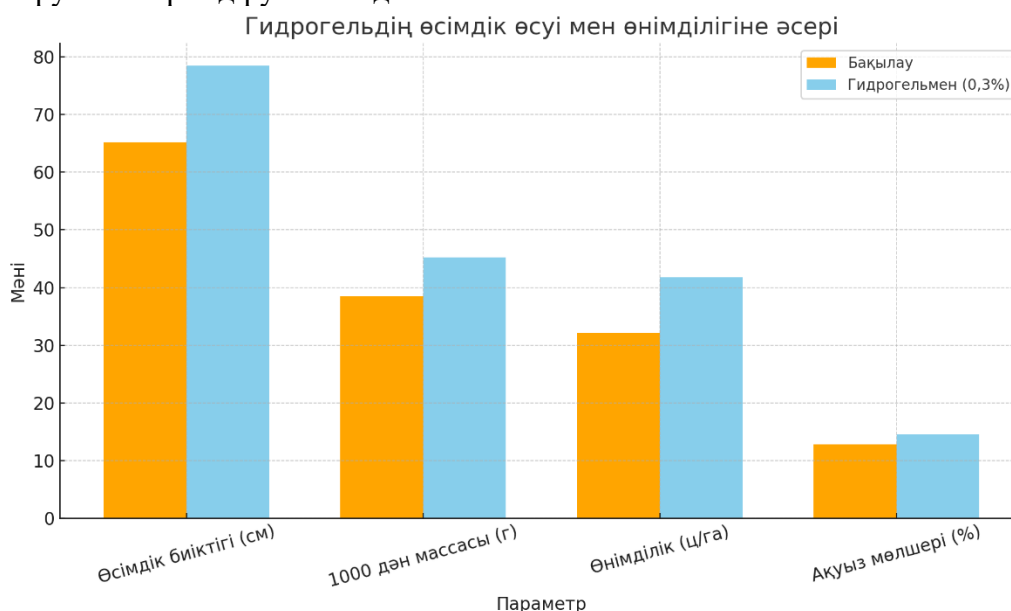
5- суретте гидрогель құрамында инкапсуляцияланған азот (N), фосфор (P₂O₅) және калий (K₂O) тыңайтқыштарының 30 күн ішіндегі бөліну және тиімді пайдалану деңгейін көрсетеді. Азоттың гидрогельге енгізілу жүктемесі 15,2%, ал 30 күн ішінде бөліну мөлшері 78% шамасында болды. Пайдалану тиімділігі 85%, яғни азот тыңайтқышының едәуір бөлігі өсімдіктерге қолжетімді күйде сақталғанын көрсетеді. Бұл гидрогель матрицасы азоттың жуылып кетуін баяулатып, оны біртіндеп босатып отыратынын дәлелдейді. Фосфордың бастапқы жүктемесі 12,8%, бөліну деңгейі 72%, ал тиімділігі 82% құрады. Бұл көрсеткіш фосфор иондарының топырақта баяу қозғалатынын және гидрогель жүйесінің оларды біртіндеп босатып, өсімдікке үздіксіз жеткізуге мүмкіндік беретінін көрсетеді. Калий гидрогельге 14,5% мөлшерінде енгізіліп, 30 күн ішінде 75% бөлінді. Пайдалану тиімділігі 83%, бұл оның да баяу босатылу механизмі арқылы топырақта ұзақ сақталатынын дәлелдейді.

6-суретте өсімдіктердің морфологиялық және өнімдік көрсеткіштеріне гидрогельді енгізудің (0,3%) ықпалын сипаттайды. Зерттеу нәтижелері гидрогель қолданылған үлгілерде барлық параметрлер бойынша оң өзгеріс болғанын көрсетті.



5- сурет – Гидрогельдерден тыңайтқыштардың бөліну тиімділігіне талдау

Гидрогель енгізілген жағдайда өсімдік биіктігі бақылаумен салыстырғанда 65,2 см-ден 78,5 см-ге дейін артты, яғни өсім +20,4% құрады. Бұл нәтижені гидрогельдің топырақтағы ылғалды ұзақ сақтау қабілетімен және тамыр жүйесінің белсенді дамуына қолайлы орта қалыптастыруымен түсіндіруге болады.

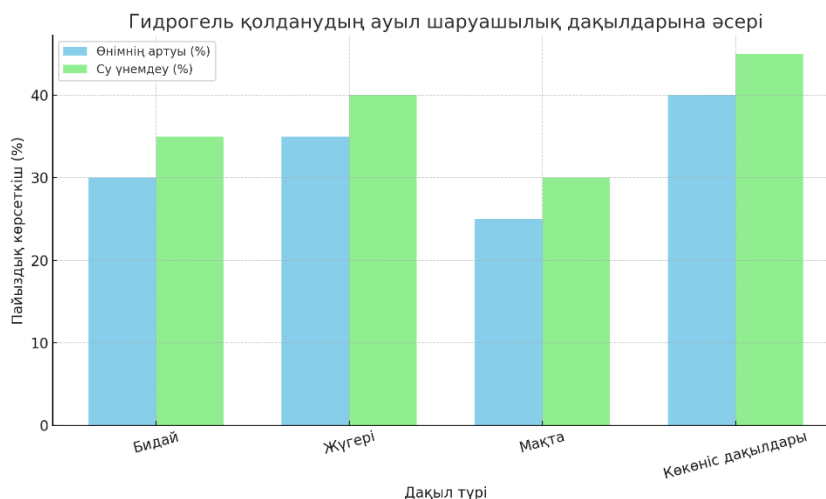


6- сурет – Гидрогельдің өсімдік өсуі мен өнімділік көрсеткіштеріне әсері

Дәннің массасы гидрогель әсерінен 38,5 г-нан 45,2 г-ға дейін ұлғайған (+17,4%). Бұл өсім қоректік заттардың біртіндеп босатылуы мен топырақтағы ылғалдылықтың тұрақтануына байланысты, нәтижесінде дәндердің толық пісіп-жетілуі қамтамасыз етілген. Ең айқын нәтиже өнімділік көрсеткішінде байқалды: 32,1 ц/га-дан 41,8 ц/га-ға дейін, яғни +30,2% арту. Гидрогель топырақтағы су мен қоректік заттардың тепе-теңдігін сақтап, өсімдіктің физиологиялық белсенділігін арттырды, бұл өз кезегінде өнімнің жоғарылауына әсер етті. Өнімнің сапалық көрсеткіші де жақсарды: ақуыз мөлшері 12,8%-дан 14,5%-ға дейін өсті (+13,3%). Бұл гидрогельдің қоректік элементтердің қолжетімділігін арттыру арқылы азот алмасу процестерін күшейткенін көрсетеді. Жалпы алғанда, гидрогель енгізу өсімдік дамуына кешенді оң әсер етеді – ол өсімдіктің биіктігін арттырады, дәннің салмағын көбейтеді, өнімділікті 30% шамасында жоғарылатады, және ақуыз құрамын арттырады. Бұл гидрогельдерді ауыл шаруашылығында су үнемдеу және тыңайтқыш тиімділігін арттыру технологияларының маңызды элементі ретінде пайдалануға болатынын дәлелдейді.

Гидрогель енгізудің әртүрлі ауылшаруашылық дақылдарына әсерін 7-суретте көрсетілген. Зерттеу нәтижелері бойынша гидрогель қолдану барлық зерттелген дақылдарда

өнім артуы мен су үнемдеудің айқын оң динамикасын көрсетті. Бидайда гидрогельдің оңтайлы концентрациясы 0,2–0,3% аралығында анықталды. Бұл жағдайда өнімділік 30%-ға артса, су үнемдеу 35% деңгейінде болды. Мұндай нәтиже гидрогельдің топырақта ылғалды ұстап тұру қабілетінің жоғары болуымен және өсімдіктердің вегетациялық кезеңінде тұрақты ылғалмен қамтамасыз етілуімен түсіндіріледі. Жүгері үшін тиімді концентрация 0,3-0,4% аралығында. Өнім өсімі 35%, су үнемдеу 40% деңгейінде тіркелді. Бұл гидрогельдің жоғары температура мен құрғақ климат жағдайында судың булануын азайту қабілетіне байланысты, нәтижесінде фотосинтез бен қоректік заттардың тасымалы тиімді жүреді.



7- сурет – Гидрогель енгізудің әртүрлі ауылшаруашылық дақылдарына әсері

Мақтада гидрогель концентрациясы 0,3-0,5%, өнім өсімі 25%, ал су үнемдеу 30% шамасында болды. Бұл көрсеткіштер мақта өсімдігінің терең тамыр жүйесі мен суға жоғары қажеттілігін ескергенде тиімді нәтиже болып саналады. Көкөніс түрлерінде гидрогельдің оңтайлы мөлшері 0,4-0,6%. Өнімділік 40%-ға дейін артса, су үнемдеу 45%-ға жетті. Бұл гидрогельдің топырақтың физикалық қасиеттерін жақсартып, ылғалдың біркелкі таралуын қамтамасыз етуімен байланысты. Гидрогельдерді ауыл шаруашылығында қолдану өнімділікті 25-40% арттырумен қатар, су ресурстарын 30–50% үнемдеуге мүмкіндік береді. Нәтижелер гидрогельдің ылғал сақтау, топырақ құрылымын тұрақтандыру және қоректік заттарды біртіндеп босату қасиеттері оның агротехнологиялық маңызын дәлелдейді. Сондықтан гидрогельдер – құрғақ аймақтардағы су тапшылығын азайту мен тұрақты егіншілікті дамытуға арналған инновациялық шешімдердің бірі болып табылады.

Қорытынды. Зерттеу барысында гидрогельдердің физика-химиялық және агротехникалық қасиеттері жан-жақты талданды. Алынған нәтижелер гидрогельдердің топырақтың құрылымын, су режимін және өсімдіктердің өнімділігін арттырудағы тиімді рөлін айқын көрсетті. Гидрогельдердің ісіну дәрежесі олардың құрамындағы ГИПАН мен КМЦ қатынасына байланысты екені анықталды. Ең жоғары ісіну көрсеткіші 70/30 құрамында байқалып, бұл құрам суды ең көп сіңіріп, ұзақ ұстай алатынын көрсетті. 7 күннен кейінгі су ұстау қабілеті де дәл осы құрамда 85% деңгейінде тіркелді, бұл гидрогельдің ұзақмерзімді тұрақтылығын дәлелдейді. Гидрогель енгізілген әртүрлі топырақ түрлерінде қысу күші аздап төмендегенімен, құрылымның сақталу уақыты айтарлықтай ұзарды. Мысалы, балшықты топырақта гидрогель құрылымы 180 күнге дейін тұрақты сақталды. Топырақтың далалық ылғал сыйымдылығы гидрогель әсерінен 46,4%-ға артқан, ал су өткізгіштігі 37,8%-ға азайған, бұл судың тиімді пайдаланылуын қамтамасыз етті. Гидрогель құрамында инкапсуляцияланған тыңайтқыштар (азот, фосфор, калий) 30 күн ішінде 70-80% деңгейінде бөлініп, пайдалану тиімділігі 82-85% құрады. Бұл нәтижелер гидрогельдің тыңайтқыштарды біртіндеп және бақыланатын босату қабілетін, сондай-ақ қоректік

заттардың шайылып кетуін төмендетуін дәлелдейді. Гидрогель енгізілген тәжірибелік учаскелерде өсімдік биіктігі 20%, 1000 дәннің массасы 17%, өнімділік 30%, ал дәндегі ақуыз мөлшері 13% артқаны анықталды. Бұл гидрогельдердің топырақтағы ылғал мен қоректік элементтердің тиімді сақталуын қамтамасыз етіп, өсімдік физиологиясына оң әсер еткенін көрсетеді. Гидрогель енгізудің оңтайлы концентрациясы дақыл түріне байланысты 0,2-0,6% аралығында анықталды. Өнім өсімі 25-40%, су үнемдеу деңгейі 30–50% шегінде болды. Ең жоғары көрсеткіштер көкөніс дақылдарында байқалды (өнім өсімі 40%, су үнемдеу 45%). Жүргізілген зерттеулер гидрогельдердің ауыл шаруашылығында қолданылуы: топырақтың су-физикалық қасиеттерін жақсартады, тыңайтқыштардың тиімділігін арттырады, өсімдік өсуін жеделдетеді және өнім сапасын жақсартады, су ресурстарын үнемдеуді қамтамасыз етеді. Осылайша, гидрогельдерді құрғақ және су тапшылығы бар аймақтарда пайдалану – тұрақты ауыл шаруашылығын дамытудағы инновациялық әрі экологиялық тиімді шешім болып табылады.

Қаржыландыру. Бұл зерттеу, BR24993129 “Ылғалды сіңіріп, сақтауға және ылғалдың бөлінуін реттеуге қабілетті биологиялық ыдырайтын ыстыққа сезімтал гидрогельді әзірлеу” № 393-ПЦФ-24-26 бағдарламасы аясында жүргізілді, ҚР Ғылым және Жоғары Білім министрлігі қаржыландырады.

Әдебиеттер:

- [1] **Zhang, Y.**, Chen L., Wang H., Li J. (2022). Biodegradable superabsorbent hydrogels for soil moisture management. *Carbohydrate Polymers*, 292, 119693. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2022.119693>
- [2] **Liu, X.**, Chen D., Zhou W. (2021). Development of polyacrylonitrile-based hydrogels with enhanced water retention. *Polymer Testing*, 96, 107094. <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107094>
- [3] **Wang, C.**, Liu S., Ahmed R. (2023). Synthesis of CMC/PAA hydrogels for agricultural applications. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 11(2), 109835. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2023.109835>
- [4] **Park, H.**, Kim H., Lee S. (2023). HPAN-based biogels with improved swelling and thermal stability. *Polymers*, 15(6), 1423. <https://doi.org/10.3390/polym15061423>
- [5] **Rana, D.**, Verma N., Kaur P. (2020). Natural polymer-based hydrogels: design, properties, and agricultural use. *Progress in Polymer Science*, 111, 101314. <https://doi.org/10.1016/j.progpolymsci.2020.101314>
- [6] **Li, Q.**, Zhao Y., Wang M. (2021). Biodegradation kinetics of cellulose-containing hydrogels in soil. *Applied Polymer Science*, 138(14), 50291. <https://doi.org/10.1002/app.50291>
- [7] **Chen, J.**, Liu X., Zhang Y. (2024). Smart hydrogels for sustainable crop growth. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 72(4), 987–996. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c08071>
- [8] **Rashidov, T.**, Makhmudov A., Isakov I. (2022). Hydrogel technology for arid land agriculture in Central Asia. *Central Asian Journal of Environmental Science*, 4(2), 45–58.
- [9] **Singh, R.**, Kumar P. (2022). Eco-friendly superabsorbent hydrogels for soil water retention. *Materials Today Sustainability*, 17, 100115. <https://doi.org/10.1016/j.mtsust.2022.100115>
- [10] **Wang, X.**, Zhang X., Liu S. (2024). Degradation behavior of hybrid PAN/CMC hydrogels under soil conditions. *Environmental Advances*, 8, 100488. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100488>
- [11] **Malik, S.**, Chaudhary K., Malik A., Punia H., Sewhag M., Berkesia N., Nagora M., Kalia S., Malik K., Kumar D., Kumar P., Kamboj E., Ahlawat V., Kumar A., Boora K. (2022). Superabsorbent polymers as a soil amendment for increasing agriculture production with reducing water losses under water stress condition. *Polymers*, 15(1), 161. <https://doi.org/10.3390/polym15010161>
- [12] **Zhildikbayeva, A.**, D. Molzhigitova S. Turgunaliyev S. Elemesov N. Ashimkhan, (2023). Efficiency of land use by peasant farms in the southern region of kazakhstan. *Izdenister Natigeler*, (1 (97), 110–118. <https://doi.org/10.37884/1-2023/13>
- [13] **Azimov Abdugani**, Bolysbek Aidarbek, Itzleuov Gani, Ashirbayev Zhandos, Development and Characterization of Novel Biodegradable Hydrogels With Controlled Moisture Release for Smart Packaging Materials, *Polymer Engineering and Science*, DOI: 10.1002/pen.70053,

[14] **Bolysbek, A.A.**, Azimov A., Iztleuov G.M., Djalilov A.T., Shirinov S.D. Hydrogel Based On Starch, Acrylamide And Kaoline, *Rasayan Journal of Chemistry* Open source preview, 2024, 17(3), pp. 848–854, DOI: 10.31788/RJC.2024.1738844

[15] **lv, T**, Chen Y, Li N, Liao X, Heng Y, Guo Y, Hu K.A Comprehensive Review of Thermosensitive Hydrogels: Mechanism, Optimization Strategies, and Applications. *Gels*. 2025;11(7):544. doi: 10.3390/gels11070544.

АГРОТЕХНИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПРИМЕНЕНИЯ БИОКОМПЗИТНЫХ ГИДРОГЕЛЕЙ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ПРОДУКТИВНОСТИ И ЭКОНОМИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Азимов А.М.¹, PhD

Изtleуов Г.М.^{1*}, кандидат химических наук, профессор

Ертаева Ж.Т.², PhD

Болысбек А.А.¹, кандидат технических наук, доцент

¹ Южно-Казахстанский университет имени М. Ауэзова, г. Шымкент, Казахстан

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

Аннотация. В данном исследовании проведено комплексное изучение физико-химических и агрономических свойств биоконпозитных гидрогелей, предназначенных для применения в сельском хозяйстве. Гидрогели были синтезированы на основе гидролизованного полиакрилонитрила (ГИПАН) и натриевой карбоксиметилцеллюлозы (КМЦ), при этом были определены показатели степени набухания, водоудерживающей способности и механической устойчивости. По результатам синтеза наиболее эффективным составом гидрогеля был признан ГИПАН/КМЦ = 70/30, который характеризуется наибольшей степенью набухания (580 г/г) и водоудерживающей способностью (85%) через 7 дней. Изучение механических свойств показало, что структура гидрогеля сохраняет стабильность в глинистой почве до 180 дней.

Полевые агрономические опыты показали, что введение гидрогелей значительно влияет на физические параметры почвы: увеличилась полевая влагоёмкость на 46,4%, водопроницаемость снизилась на 37,8%, а влажность увядания повысилась на 50%. Эффективность высвобождения удобрений (азот, фосфор, калий), инкапсулированных в структуру гидрогеля, оказалась высокой: за 30 дней выделилось 70–80% питательных веществ, при этом коэффициент их использования составил 82–85%. Опыты по выращиванию растений показали, что применение гидрогеля (0,3%) способствует увеличению высоты растений на 20,4%, массы 1000 зёрен – на 17,4%, урожайности – на 30,2%, а содержания белка – на 13,3%. Кроме того, при возделывании различных сельскохозяйственных культур (пшеница, кукуруза, хлопчатник, овощные культуры) использование гидрогеля обеспечило рост урожайности на 25–40% и экономию воды на 30–50%. В целом применение гидрогелей способствует улучшению водно-физических свойств почвы, повышению эффективности использования удобрений и рациональному расходованию водных ресурсов. Полученные результаты подтверждают, что гидрогели являются эффективным элементом устойчивого земледелия и водосберегающих технологий, особенно в условиях засушливых и полузасушливых регионов.

Ключевые слова: гидрогель, сельское хозяйство, почва, водоудерживающая способность, степень набухания, эффективность удобрений, урожайность, водосбережение

AGROTECHNICAL FUNDAMENTALS OF USING BIOCOMPOSITE HYDROGELS TO IMPROVE PRODUCTIVITY AND WATER CONSERVATION

Azimov A.M.¹, PhD

Iztleuov G.M.^{1*}, Candidate of Chemical Sciences, Professor

Yertayeva Zh.T.², PhD

Bolysbek A.A.¹, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor

¹ JSC "M. Auezov South Kazakhstan University", Shymkent, Kazakhstan

² JSC "Kazakh National Agrarian Research University", Almaty, Republic of Kazakhstan

Annotation. This study provides a comprehensive investigation of the physicochemical and agronomic properties of biocomposite hydrogels developed for agricultural applications. The hydrogels were synthesized based on hydrolyzed polyacrylonitrile (HPAN) and sodium carboxymethylcellulose (CMC), and their swelling capacity, water-retention ability, and mechanical stability were determined. According to the synthesis results, the optimal hydrogel composition was found to be HPAN/CMC = 70/30, which exhibited the highest swelling ratio (580 g/g) and a water-retention capacity of 85% after seven days. Mechanical testing of the hydrogels under soil conditions revealed that their structural stability was maintained for up to 180 days in clayey soil. Agronomic field experiments demonstrated that the introduction of hydrogels had a significant positive effect on soil physical properties: the field moisture capacity increased by 46.4%, water permeability decreased by 37.8%, and wilting moisture content rose by 50%. The release efficiency of fertilizers (nitrogen, phosphorus, potassium) encapsulated within the hydrogel matrix was high – reaching 70-80% within 30 days – while the overall utilization efficiency ranged between 82-85%. Plant growth experiments showed that hydrogel application (0.3%) increased plant height by 20.4%, thousand-grain weight by 17.4%, crop yield by 30.2%, and protein content by 13.3%. Moreover, for different agricultural crops (wheat, maize, cotton, and vegetables), the use of hydrogels resulted in yield increases of 25-40% and water savings of 30–50%. Overall, the application of hydrogels contributes to improving the water-physical properties of soils, enhancing fertilizer efficiency, and reducing water consumption. These results confirm that hydrogels are an effective component of sustainable agriculture and water-saving technologies, particularly valuable for arid and semi-arid regions.

Keywords: hydrogel, agriculture, soil, water retention capacity, swelling ratio, fertilizer efficiency, crop yield, water conservation.

АҒЫНДЫ ЛАС СУЛАРМЕН СУАРУ ӘСЕРІНЕН ЖЕР АСТЫ СУЛАРЫНЫҢ ЛАСТАНУЫН БОЛЖАМДЫҚ ЕСЕПТЕУ

Далдабаева Г.Т.^{1*}, техника ғылымдарының кандидаты
Gulnur-d@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9586-798X>

Шомантаев А.А.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының докторы, профессор
Shomantayev53@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3089-8651>

Умирзаков С.И.¹, техника ғылымдарының докторы, профессор
Sumirzakov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-5484-4001>

Байманов Ж.Н.², техника ғылымдарының кандидаты, доцент
zhanuzak@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3572-3615>

Отарбаев Б.С.¹, ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты
bauyrzhan.kzo@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5937-6465>

Көпен М.Б.¹, 8D08675 - “Су шаруашылығы және жерге орналастыру” БББ-ның 3-курс докторанты
meruert.kp@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9982-0428>

¹Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ, Қазақстан

²Ы.Жақаев атындағы Қазақ күріш ғылыми-зерттеу институты, Қызылорда қ, Қазақстан

Аңдатпа. Суармалы егіншіліктің қарқынды дамуы жағдайында ағынды суларды ауыл шаруашылығында пайдалану мәселесі қазіргі таңда экологиялық қауіпсіздік, су ресурстарын тиімді басқару және топырақтың мелиоративтік жағдайын сақтау тұрғысынан өзекті ғылыми бағыттардың бірі болып табылады. Су тапшылығы артып келе жатқан өңірлерде, оның ішінде Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-батыс аймақтарында, тазартылған ағынды суларды суару мақсатында тиімді қолдану мүмкіндігі су ресурстарын үнемдеудің баламалы жолы ретінде қарастырылады. Алайда ағынды сумен суару кезінде топырақ пен жер асты суларының гидрогеохимиялық режиміне әсер ететін бірқатар күрделі процестер пайда болады.

Мақалада ағынды лас сулармен суарудың жер асты суларының гидрогеохимиялық құрамына әсері, инфильтрациялық процестер және топырақ қабатындағы химиялық элементтердің миграциясы жан-жақты зерттелген. Суару нормаларының әртүрлі көлемдерінде топырақтың сүзгілік қасиеттері бағаланып, ағынды сулардың негізгі компоненттерінің (азот, фосфор, кальций, магний, хлор, сульфаттар) ұсталу дәрежесі талданды. Зерттеу нәтижелері бойынша топырақтың 50–100 см қабаты ағынды судың химиялық қоспаларын 60–100% аралығында тиімді сіңіретіні анықталды. Суару нормасы 900–1100 м³/га болған жағдайда табиғи биофилтрация жоғары болып, жер асты суларының ластану қаупі төмендейтіні байқалды. Сонымен қатар, ұзақ мерзімді суарудың жер асты суларының минералдануын арттыруы мүмкін екені дәлелденді. Мақалада жер асты суларының сапасын бақылау, гидрогеологиялық жағдайларды бағалау және ағынды суды ауыл шаруашылығында қауіпсіз пайдалану бойынша ғылыми ұсыныстар берілген.

Тірек сөздер: ағынды лас сулар, жер асты сулар, суару, топырақ, гидрогеология

Кіріспе. Ағынды судың топырақ арқылы инфильтрациясы барысында химиялық элементтердің миграциясы, олардың сіңірілу деңгейі және жер асты суларының ластану ықтималдығы табиғи гидрогеологиялық жағдайлар мен суару режиміне тікелей байланысты. Топырақтың сүзгілік қасиеттері, аэрация аймағының қуаттылығы және жер асты суларының тереңдігі ағынды судың құрамындағы биогендік элементтердің (азот, фосфор, калий), сондай-ақ хлор, сульфат, кальций мен магний сияқты макрокомпоненттердің таралу динамикасын анықтайды.

Суармалы алқаптардағы жер асты суларының деңгейінің көтерілуі, минералданудың артуы, химиялық құрамның өзгеруі – ағынды сумен ұзақ мерзімді суарудың негізгі салдары ретінде қарастырылады. Бұл жағдайлар ауыл шаруашылығы дақылдарының өсуіне, топырақтың тұздану дәрежесіне және экожүйелердің жалпы орнықтылығына кері әсер етуі мүмкін. Сондықтан ағынды сумен суарудың қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін топырақтың

сүзгілік қабілетін бағалау, химиялық элементтердің миграциясын болжау және жер асты суларының сапасын тұрақты бақылау аса маңызды.

Гидрогеологиялық жағдайлардың табиғи сипаттарын және оларға мелиорациялық шаралардың тигізетін ықпалын зерттеу – су ресурстарын тиімді басқару мен су пайдалану жүйелеріндегі түрлі инженерлік мәселелер аясын кеңейту үшін маңызды. Қолданбалы гидрогеология ғылымының мелиорация бағыты – жерді суару барысында қалыптасатын гидрогеологиялық ахуалды сараптау, топырақтың өнімділігін арттыру және мелиорацияға жататын жерлерде ауыл шаруашылығы дақылдарының тұрақты әрі жоғары өнім алуына мүмкіндік беретін мелиорациялық құрылымдарды жобалау және ұйымдастыру ісімен айналысады.

Мелиорациялық гидрогеология мынадай басты міндеттерді орындайды: суару, су жинау, су жеткізу тәрізді жобаланған шаралардың гидрогеологиялық жағдайларға ықпалын анықтап, олардың өзгеру үдерісін болжау; өзге мелиорациялық жұмыстармен қатар дренаж жүйелерін жобалау; мелиорацияланатын аумақтарда жер асты суларын ұтымды пайдалану және олардың табиғи ортаға әсерін ескере отырып, оларды сақтау; сондай-ақ мелиорациялық жүйелер жұмыс істеп тұрған кезде гидрогеологиялық мониторинг жүргізу [1].

Зерттеу материалдары мен әдістері. Гидромелиорациялық жағдайларды шынайы әрі дәл бағалау тек гидролог-мелиоратор мамандардың ғылыми талдауы және табиғи үдерістерді жан-жақты зерттеу нәтижесінде мүмкін болады. Бұл зерттеулерге жер асты суларының су және тұз режимін талдау да кіреді [2, 3]. Ауыл шаруашылығы дақылдарын суару барысында судың бір бөлігі топырақ ерітіндісі арқылы өсімдіктерге сіңіріледі, тағы бір бөлігі буланып кетеді, ал қалған мөлшері жер қойнауына өтіп, жер асты суларына қосылады. Соның салдарынан жер асты суларының деңгейі көтеріледі және аэрация қабатында – тамыр жүйесі орналасқан аймақта – булану мен тұз жиналу үрдістері күшейе түседі. Бұл топырақтың тұздануына алып келіп, нәтижесінде ауыл шаруашылығы дақылдарының өнім көлемі төмендейді.

Сонымен қатар, жер асты сулары суармалы жүйелердегі магистральдық, тарату және суару арналары арқылы сүзіліп өтетін сулармен де қосымша толықтырылады. Бұл процестер тек суармалы алқаптарда ғана емес, сондай-ақ бүкіл суару аймағы шегінде жер асты суларының гидрологиялық режимінің өзгеруіне себеп болады. Суару аймағы үшін басты гидрологиялық параметрлер – суару мөлшері мен суару кезінде жер асты суларына келіп түсетін қоректендіру көлемі болып табылады. Суару мөлшері немесе су беру көлемі топырақтың тамыр өсетін қабатында қажетті ылғалдылық деңгейін ұстап тұруға бағытталған, бұл өз кезегінде өсімдіктердің дұрыс өсіп-жетілуіне және ауыл шаруашылығы дақылдарының жоғары өнім алуына жағдай жасайды.

Қазақстан аумағындағы әртүрлі табиғи-климаттық аймақтарда жер асты суларының жату тереңдігі әрқилы болғандықтан, оңтайлы биоклиматтық суару көлемдері (суару нормалары) да бірдей емес; бұл көрсеткіштер арнайы «Мелиорация және су шаруашылығы бойынша анықтамалықтарда» келтірілген.

Жер асты суларының суармалы қоректенуі инфильтрациялық ағындар мен суару арналары арқылы болатын сүзінді шығындарды қамтиды. Бұл гидродинамикалық көрсеткіштерді белгілі бір шекте ұстау қажет. Суару кезінде жер асты сулары деңгейінің көтерілу белгілері байқалған сәтте инфильтрациялық қоректенуді бағалау барысында тамырлық қабат арқылы өтетін транзиттік ағындардың ықтималдығын есепке алған жөн. Мұндай ағындар кейде сүзілген судың жалпы көлемінің шамамен 20%-ына дейін жетуі мүмкін. Ал каналдардағы фильтрациялық шығындар, әдетте, ағын су көлемінің 40-50%-ын құрайды [3].

Суару кезінде каналдың түбі мен қабырғалары арқылы сүзіліп өтетін су өткізбейтін қабаттың үстінде жиналып, құрамында тұзы көп құнсыз сулар түрінде қалқып тұратын ерекше линза тәрізді түзілістер түзеді және жер асты суларының қорын толықтырады. Мұндай сүзінді ағындар кей жағдайларда топырақ пен жыныстарды тұздардан тазартып,

оларды шаюға мүмкіндік береді. Алайда, егер су өткізгіш қабаттың фильтрациялық қабілеті төмен болып, ағын болмаған жағдайда, кейбір бөліктерде жер асты сулары деңгейі көтеріліп, жердің су астында қалуы байқалады; ал басқа учаскелерде буланудың әсерінен топырақтың тұздануы үдей түседі.

Ағынды суларды пайдалана отырып суару – күрделі және көпқырлы мәселе, әрі ол топырақтың құнарлылығы мен қоршаған ортаның жағдайынан бөлек қарастырылмайды. Ағынды және мал шаруашылығы қалдық суларын жем-шөптік және орман шаруашылығы өсімдіктерін суаруда қолдану бойынша отандық және шетелдік зерттеушілердің ұзақ жылдар бойы жүргізген тәжірибелері олардың тиімділігінің жоғары екенін дәлелдеген.

Ағынды әрі минералданған сулармен суару жер асты суларының гидрологиялық режиміне елеулі әсер етеді. Бір жағынан, бұл тәсіл ағынды сулардың табиғи жолмен тазаруын қамтамасыз етсе, екінші жағынан – ауыл шаруашылығы дақылдарының осы сулар құрамындағы қоректік заттарды пайдалануы арқылы тиімді нәтиже береді. Көп жағдайда ағынды сулар суаруға қолданылғанда, жер асты суларының ластануы байқалып, олардың деңгейі жоғарылай түседі. Мысалы, Донбасс аймағындағы кейбір ағынды сумен суарылатын учаскелерде 25 жылдық суару нәтижесінде жер асты суларының деңгейі елеулі түрде көтеріліп, минералдану көрсеткіші 0,5 г/л-ден 2,8 г/л-ге дейін артқаны тіркелген.

Сонымен қатар, жер асты суларының химиялық құрамы гидрокарбонатты типтен сульфатты түрге ауысқан. Алайда, егер жер асты суларының үстінде су өткізбейтін қабат болса (мысалы, Ресейдің Люберцы қаласы мен Украинадағы Кудиново ауылына жақын маңда), мұндай жағдайларда ластану белгілері байқалмауы мүмкін. Бұл жерлерде 80 жыл бойы ағынды сумен суару жүргізілгенімен, жер асты суларының ластануы анықталмаған. Ағынды және минералды суларды тиімді пайдалану үшін алдымен суару аумағының гидрогеологиялық ерекшеліктерін, жер асты суларының табиғи режимін және су балансының элементтерін жан-жақты зерттеу қажет.

Жер асты суларының деңгейі төмендеген сайын аэрация аймағындағы су айналымы өзгеріп, булануға және инфильтрацияға кететін су мөлшері азаяды, бұл топырақ ылғалдылығының кемуіне және өсімдіктердің сумен қамтамасыз етілуінің нашарлауына әкеледі. Осыған байланысты, жер асты сулары деңгейінің оңтайлы шегі (топырақтың ылғалдылығы, аэрация аймағының жағдайы мен температуралық режимі тұрғысынан) ауыл шаруашылығы дақылдарының талаптарына сәйкес келуі тиіс. Өртүрлі дақылдар үшін топырақтың ылғалдылық режимін реттейтін технологиялар осы ылғал мөлшерінің қолайлы ауқымын сақтап тұруға бағытталуы қажет. Бұл ретте ылғалдылықтың ең төменгі деңгейі толық ылғал сыйымдылықтың 55-60%-ына, ал жоғарғы шегі 70-75%-ына тең болуы керек.

Ағынды сумен суару жүйелері (АСЖ) ағынды судың тек тазалануы ғана емес, сонымен қатар беткі және жер асты сулардың сапалы құрамының сақталуын қамтамасыз етуі керек. Жер асты суларына бақылау жүргізу үшін ағынды сумен суарту аймағында гидрохимиялық бақылау ұңғымалар желісі жасалады.

Бұл ұңғымалар желісін орналастыру кезінде бірқатар маңызды аспектілер назарға алынады: суару алқаптарының орналасқан жері мен көлемі; жер асты суларының ластануға ұшыраған аймағының пішіні; су өткізетін геологиялық қабаттардың құрылымы мен олардың кеңістіктегі шектері; ластанған жер асты суларының қозғалу бағыты мен ағысының жылдамдығы; сондай-ақ жақын маңда орналасқан су көздері және оларға қарай ағып баратын ластанған сулардың ықтимал қозғалыс жолдарының жай-күйі [4].

Ағынды сулармен суарылатын аумақтарда бақылау ұңғымаларын орналастыруда жер асты суларының табиғи ағым бағыты және жақын маңдағы су көздерінің орналасуы ескеріледі. Алғашқы бақылау ұңғымасы суару алаңына 100 метрден артық қашық тықта болмауы тиіс, ал келесі ұңғымалар аралығы шамамен 100-200 метр аралығында орналастырылады.

Ағынды суару жүйесі (АСЖ) дұрыс жобаланып, тиімді пайдаланылған жағдайда жер асты суларының ластану қаупі туындамайды. Жерасты суларының ластануын нақты анықтау

үшін топырақтың, атмосфералық жауын-шашынның және жерүсті суларының ластану деңгейлері жан-жақты зерттелуі қажет. Бұл мақсатта өнеркәсіптік қалдықтар сақталатын учаскелерде, өндірістік нысандар аумағында және олардың айналасындағы 3 шақырымдық радиуста топырақ үлгілері алынады. Үлгі алу нүктелерін таңдауда аймақтағы желдің басым бағыттары ескеріледі және олар зерттелетін аумақ бойынша кеңістікте біркелкі таратылады. Әрбір таңдаулы нүктеден жылына екі рет – жауын-шашынның ең жоғары және ең төмен түсу кезеңдерінде – топырақтың 10-15 см және 0,5-1,0 м тереңдігінен үлгілер іріктеліп алынады.

Атмосфералық жауын-шашын үлгілері де топырақ және бақылау ұңғымаларымен сәйкес келетін нүктелерде жиналады, бұл су, топырақ және жауын-шашын арқылы болатын ластануларды кешенді түрде бағалауға мүмкіндік береді. Жерасты суының үлгілері жауын-шашын түспей тұрып және одан кейінгі кезеңдерде алынады, ал жауын-шашын кезінде үлгілерді жинау әр 7-10 күн сайын жүргізіледі. Жерүсті сулар, топырақ және түптік шөгінділердің үлгілері ағынды сулар тасталатын өзен учаскелерінің жоғары және төмен ағыс бөліктерінен, сондай-ақ жер асты суларының өзенге қосылуы мүмкін болжамды аймақтарынан алынады.

Ағынды сулар арқылы суару кезінде, егер қолданылатын әдіс пен суару тәртібі ғылыми негізделіп таңдалса, топырақ қабатында бұл сулардың толық тазаруы мен залалсыздануы қамтамасыз етіліп, жер асты суларының қажет деңгейдегі гидрологиялық режимі сақталады. Ауыл шаруашылығы дақылдарының бірқалыпты өсуі мен дамуы, сондай-ақ тұрақты әрі болжамды өнім алу – АСЖ жүйесінің санитарлық және экологиялық тұрғыдан маңыздылығын көрсетеді. Өсімдіктер ағынды сулар құрамындағы пайдалы қоректік заттарды бойына сіңіріп, оларды өніммен бірге сыртқа шығара отырып, табиғи фильтр рөлін атқарады. Әсіресе көпжылдық шөптердің дамыған тамыр жүйесі патогендік микроағзаларға қарсы әсер етіп, топырақтағы зиянды бактерияларды жоюға себепші болады. Алайда, өсімдіктердің вегетация кезеңінен тыс, яғни суық мезгілдерде, микроорганизмдердің белсенділігі айтарлықтай төмендейді, өсімдік өсуі баяулайды, бұл жағдай ағынды суларды тазарту тиімділігінің әлсіреуіне және жер асты суларының ластану қаупінің артуына алып келуі мүмкін. Осы себепті, өсімдіктер белсенділігі төмен кезеңде ағынды суларды уақытша жинақтап ұстауға арналған тұндырма тоғандар ұйымдастырылуы қажет. Дегенмен, практикада өсімдік өспейтін уақыттарда суаруды мүлде тоқтату ұсынылмайды: көктемгі және күзгі кезеңдерде ылғал қорын толықтыру мақсатында су зарядтау және тыңайтқыш енгізу түріндегі суару тәсілдері жиі қолданылады [5].

Жүргізілген отандық және шетелдік зерттеулердің нәтижелері көрсетіп отырғандай, ағынды сулармен суарылатын жерлерде бұл суларды тиімді тазарту деңгейі тікелей сол аумақтың гидрогеологиялық ерекшеліктерімен тығыз байланысты. Егер таңдалған суару әдісі мен оның тәртібі топырақтың фильтрациялық қасиеттеріне және жер асты суларының қозғалыс бағытына сай келсе, онда суару алаңы өз қызметін тұрақты әрі тиімді атқара алады [6–8].

Жерасты суларының ластануын болдырмау үшін суарудың оңтайлы режимін ұстану, суарылатын алаңдарды мұқият іріктеу және суару массивінің орналасуын дұрыс жобалау маңызды. Ағынды сулардың құрамында болатын негізгі ластаушы биогендік элементтер – азот, фосфор және калий. Бұл элементтердің топырақтағы жүріс-тұрысы әртүрлі: фосфор көбіне топырақтың минералды бөлшектеріне жабысып, төменге сүзіліп өтпейді және жер асты суларына жетпейді. Ал калий болса, судың топырақ қабаттары арқылы төмен қарай қозғалысы кезінде оңай шайылып кетеді; сонымен қатар ол топырақтағы кальций мен магнийдің орнын басып, осы элементтердің жер асты суларына өтіп кетуіне себеп болып, сулардың минералдану деңгейін арттыруы мүмкін. Азот топырақта химиялық өзгеріске ұшырап, түрлі формаларда нитратқа айналады, ал бұл қосылыстар да оңай шайылып, жерасты суларын ластай алады.

Нәтижелер мен талдау: Ағынды суларды қолдану арқылы суару басталғаннан кейін кез келген жылы жер асты суларының құрамындағы нитраттардың шоғырлану мөлшерін

нақты болжау үшін алдыңғы және одан бұрынғы жылдардағы көрсеткіштерге сүйену қажет. Ағынды суарудың бірінші жылында жер асты суларындағы нитрат концентрациясын В.М. Гольдбергтің [10] есептеу әдісімен анықтауға болады.

$$C_1 = \frac{W_\phi \cdot C_\phi + h \cdot S \cdot C_0}{h \cdot S + W_\phi}; \quad (1)$$

Мұндағы W_ϕ – фильтрацияланған ағынды сулардың көлемі; C_ϕ – фильтрацияланған ағынды сулардың орташа нитрат концентрациясы; h – жер асты суларының табиғи ағымына сәйкес келетін суару массивінің өлшемі; S – суару массивінің екінші өлшемі; C_0 – жер асты суларының табиғи (фондық) нитрат мөлшері.

Суару басталғаннан кейінгі кез келген j -ші жылы массив астындағы жер асты суларының нитрат концентрациясы мына формула бойынша анықталады.

$$C_j = \frac{W_\phi \cdot C_\phi + S \left(h - \frac{V_e t m}{n} \right) \min C(j-1) + S \cdot V_e \cdot t_m \cdot C_0}{h \cdot S_m + W_\phi}; \quad (2)$$

Мұндағы q – жер асты суларының табиғи ағымы жылдамдығы; t – суару аралығының уақыты; n – су өткізетін қабаттардың өтімділігі; m – жер асты суларының орташа қабатының қалыңдығы; $C(j-1)$ – өткен жылғы жер асты суларының азот концентрациясы.

Егер ағынды сумен суару маусымда екі рет бірдей нормада жүргізілсе, жер асты суларының нитрат концентрациясының өзгерістері әр жағдайда аз болады. Сондықтан жуықталған бағалау үшін ағынды сумен суару кезеңінің ұзақтығын бір суарылым ұзақтығына тең деп санауға болады [4].

Табиғи сулардың ластаушылары ретінде суармалы ағынды сулар құрамындағы химиялық элементтер әрекет етеді, оған органикалық және минералдық тыңайтқыштар, өсімдік шаруашылығында қолданылатын пестицидтер мен басқа да препараттар жатады. Табиғи суларды ағынды суларда болатын химиялық элементтермен ластанудан қорғаудың басты жолы – төгілетін судың сапасына қойылатын нормативтік құжаттар талаптарын сақтау және қамтамасыз ету. Су айдындары мен жер асты суларына ластаушы заттардың түсу қарқындылығы табиғи жағдайларға – климатқа, жер бедеріне, топырақ түріне, сондай-ақ ауыл шаруашылығы дақылдарын ағынды сулармен суару технологиясына байланысты.

Ағынды сулармен суару кезінде шешуші (критикалық) элемент – азот. Бұл нитраттар мен нитриттердің жоғары миграциялық қабілетіне және олардың өсімдіктерде канцерогендік заттардың түзілуіне ықпал етуіне байланысты.

Су айдындарында фосфор мөлшері норматив бойынша реттелмейді, алайда фосфор балдырлардың дамуы мен су қоймаларының шамадан тыс өсу (эвтрофикация) процесінде негізгі рөл атқарады.

Ластаушы заттардың жол берілетін ең жоғары концентрациялары табиғи су қабылдағыштың су мөлшерін (сулылығын) және сындарлы кезеңдердегі ағызынды көлемін ескере отырып есептеледі. Су қабылдағышта ағызынды сумен араласқаннан кейін ластаушы заттардың концентрациясы су қабылдағыштың мақсатты пайдаланылуына және маңыздылығына байланысты шекті жол берілетін концентрациялардан (ШЖК) аспауы тиіс. Су қабылдағыштағы судың құрамы мен қасиеттері суару массивінен беткі немесе дренаждық сулар төгілетін жерден ағыс бойымен 1 км қашықтықтағы су тұтыну немесе су пайдалану пунктіне дейінгі су ағынының бақылау қимасында (створында) нормативтерге сәйкес болуы қажет [4].

Суару жүйелерінің табиғи сулардың сапасына ықпалын бағалаудың негізгі есептік кезеңдері мыналар болып табылады: көктемгі тасқынның бәсеңдеу кезеңі (алғы егіс кезеңі); жаз-күзгі нөсер жауындар кезіндегі паводок кезеңі; жазғы су азаю (межень) кезеңі.

Су қабылдағыштағы және суармалы аумақтағы есептік су шығыны ретінде СН 435-72

[11] нормаларына сәйкес 10% қамтамасыз етілу ықтималдығындағы ең жоғары орташа тәуліктік шығыстар қабылданады.

Есептік тұста (створда) анықталған ластаушы заттардың концентрациялары осы су пайдалану санатына арналған шекті жол берілетін концентрациялармен (ШЖК) салыстырылады. Ағынды сулармен суарылатын алқаптан және оған іргелес су ағызылатын аумақтан түсетін ластаушы заттар есебінен ШЖК-дан асып кеткен жағдайда су қорғау шаралары қарастырылады: бағыттаушы бөгеттер, буферлік алаңдар, беткі және дренаждық суларды жинақтағыштар (накопительдер). Жинақтағыштар мен буферлік алаңдардың аумағын 200-300 га-дан асырмау үшін ағынды сулармен суарылатын бүкіл массив есептік створға іргелес орналасқан ұсақ су жинау алаңшаларына бөлінеді. Ластаушы заттардың ағызынды сулардағы концентрациялары әрбір су жинау алаңы үшін жеке-жеке есептеледі.

Беткі және дренаждық суларды жинақтағыштар тек өздігінен тазару процесін ескере отырып, ластаушылар концентрациясы ШЖК-дан асатын су жинау алаңдарының створларында ғана салынады. Мұнда есептер 5; 10; 25% қамтамасыз етілу ықтималдығы бар жылдар қатары үшін жүргізіледі. Есептік шама ретінде үш мәннің ішіндегі ағызынды сулардағы ең жоғары концентрация қабылданады. Егер бұл мән су қабылдағыштағы өздігінен тазару және сумен сұйылу процестерін ескере отырып, су айдынына төгуге рұқсат етілген ШЖК шегінде болса, онда беткі ағын су жинақтағыштарын салу қажет емес.

Мысал ретінде ВСЕГИНГЕО әдістемесі бойынша жер асты суларының ластануына болжамды есеп келтірілген [12-13].

Ағынды сулармен суарылатын алқаптарға енгізілетін азоттың балансын төмендегі формуламен көрсетуге болады:

$$N_a = Q_y + Q_n + Q_{\phi} + Q_a; \quad (3)$$

мұндағы: Q_y – азоттың өніммен бірге әкетілуі; Q_n – топырақта және аэрация аймағындағы жыныстарда азоттың жиналуы; Q_{ϕ} – аэрация аймағы арқылы нитраттар түрінде жер асты суларына сүзілетін азот мөлшері; Q_a – денитрификация процесі нәтижесінде атмосфераға жоғалатын азот мөлшері.

Ағынды сулармен суарылатын алқап тік төртбұрыш пішінді болсын, оның қабырғалары h және $S(m)$, ал $h(m)$ қабырғасы жер асты суларының табиғи ағыс бағытымен сәйкес келеді деп есептейік. Вегетациялық кезең ішінде ағынды сумен суару бір немесе бірнеше рет жүргізілуі мүмкін.

Егер вегетациялық кезеңде бір рет қана суару жүргізіледі деп қарастырсақ, көптеген жағдайларда топырақта және аэрация аймағындағы жыныстарда азоттың жиналуы (Q_n), сондай-ақ денитрификация есебінен азоттың атмосфераға шығыны (Q_a) ескерілмейді, яғни (Q_n) = 0 және (Q_a) = 0 деп алынады. Бұл жағдайда $N_a = Q_p + Q_{\phi}$, ал $Q_{\phi} = N_a - Q_p$ болады.

Топырақта және аэрация аймағындағы жыныстарда азоттың жиналу шамасы (Q_n) өсірілетін дақыл түріне, өнім мөлшеріне және ағынды сулардағы азот нормасына байланысты болады. Әдеби деректер бойынша, бұл көрсеткіш ағынды сулардағы азот мөлшерінің 50–60%-ын құрайды.

Егер суаруға берілетін ағынды сулар көлемі (W_n) сүзгіден өткен ағынды сулар көлеміне (W_{ϕ}) тең деп қабылданса, яғни олар суару кезеңінде жер асты суларын толықтырады деп есептелсе, онда сүзілетін ағынды сулардағы азоттың орташа концентрациясы (C_{ϕ}) мынаған тең болады:

$$C_{\phi} = C - C_p \quad (4)$$

мұндағы: C – өніммен әкетілетін азот үлесіне шаққандағы азот концентрациясы; C_p – су қабылдағыштың сағасында азот концентрациясы.

Суару кезеңінде ағынды сулар топырақ арқылы сүзіліп, суару массивінің астындағы

жер асты суларымен араласады. Суаруаралық кезеңде ластанған сулар жер асты суларының табиғи қозғалысы әсерінен төмен қарай ағатын ағынмен араласады. Келесі суару кезеңінде топырақ арқылы сүзілген ағынды сулар дәл сол көлемдегі жер асты суларымен қайта араласады, бірақ бұл жолы ол екі бөліктен тұрады: алдыңғы суару кезеңінде қалыптасқан ластанған жер асты сулары (жер асты сулары + ағынды сулар) және суаруаралық кезеңде ластанған жер асты суларын ығыстырған таза жер асты сулары.

Суару массиві астындағы жер асты суларындағы азот концентрациясы (C_j) суару басталғаннан кейін кез келген (j) жыл үшін төмендегі формула бойынша анықталады:

$$C_j = \frac{W_\phi \cdot C_\phi + W_0^1 \cdot C_{j-1} + W_0^n \cdot C_0}{W_0 + W_\phi}; \quad (5)$$

мұндағы: W_ϕ – суару кезеңінде сүзгіден өтіп, жер асты суларын толықтырған ағынды сулардың көлемі; C_ϕ – сүзілетін ағынды сулардағы азоттың орташа концентрациясы; W_0^1 – суаруаралық кезеңде таза сулармен ығыстырылғаннан кейін суару массивінің астында қалған ластанған жер асты суларының көлемі; C_{j-1} – алдыңғы жылғы жер асты суларындағы азот концентрациясы; W_0 – суару массивінің астындағы жер асты суларының көлемі; C_0 – жер асты суларындағы азоттың фондық (табиғи) мөлшері; W_0^1 – суаруаралық кезеңде ластанған сулардың орнын басатын таза жер асты суларының көлемі.

Суару массивінің астында қалып қойған және таза сулармен ығыстырылғаннан кейінгі ластанған жер асты суларының көлемі (W_0^1) төмендегі формула бойынша анықталады деп қабылданған:

$$W_0^1 = S \cdot m \cdot n(h - x_m); \quad (6)$$

мұндағы: S және h – суару алаңының тік төртбұрышты пішінінің қабырғалары; m – жер асты сулары горизонтының орташа қалыңдығы; n – су өткізгіш жыныстардың кеуектілігі (пороздылығы); x_m – жер асты суларының табиғи қозғалысының әсерінен ластанған сулардың төмен қарай жылжу қашықтығы.

Суаруаралық кезеңде ластанған сулардың бір бөлігін алмастыратын таза жер асты суларының көлемін төмендегі формула бойынша анықтауға болады:

$$W_0^n = S \cdot m \cdot n \cdot x_m; \quad (7)$$

мұндағы: $x_m = t_m \cdot V_e / n$; t_m – суаруаралық кезеңнің ұзақтығы; V_e – жер асты суларының табиғи ағысының фильтрация жылдамдығы, ол төмендегі формула бойынша анықталады:

$$V_e = K \cdot i_e; \quad (8)$$

мұндағы: K – фильтрация коэффициенті; i_e – табиғи ағынның еңістігі (градиенті).

(5)-формулаға W_0 мәнін қойып, төмендегіні аламыз:

$$C_j = \frac{W_0 \cdot C_\phi + S \left(h - \frac{V_e \cdot t_m}{n} \right) m \cdot n \cdot C_{j-1} + S \cdot V_e \cdot t_m \cdot C_0}{h \cdot S \cdot m \cdot n + W_\phi}; \quad (9)$$

Суару басталғаннан кейін белгілі бір жылға жер асты суларындағы нитраттар концентрациясын болжау үшін алдыңғы жылғы нитраттар концентрациясын білу қажет, алайда алдымен суарудың бірінші жылына алдын ала есептеулер жүргізілуі тиіс.

Ағынды сулармен суарудың бірінші жылынан кейінгі нитраттар концентрациясы мынаған тең:

$$C_j = \frac{W_\phi \cdot C_\phi + hSm \cdot n \cdot C_o}{hS \cdot m \cdot n + W_\phi}; \quad (10)$$

Одан әрі жер асты суларындағы нитраттардың концентрациясы екінші, үшінші және одан кейінгі жылдарға қажетті мерзімге дейін анықталады.

Егер ағынды сулармен суару маусым ішінде 2 рет жүргізілсе және суару нормалары бірдей болса, онда бұл жағдайлардың әрқайсысында жер асты суларындағы нитраттар концентрациясының өзгеруі айтарлықтай айырмашылық бермейді. Сондықтан жер асты суларының ластануын жуықтап бағалау үшін ағынды сулармен суару барлық суарулардың жиынтық ұзақтығына тең бір ғана кезеңде жүргізіледі деп есептеуге болады [4].

Кеңінен белгілі болғандай, ағынды сулар топыраққа түскен кезде топырақтағы әртүрлі қосылыстармен және ондағы еріген заттармен өзара әрекеттеседі. Осы кезде топырақ белгілі бір мөлшердегі құрамдас бөліктерді сіңіреді.

Топырақтағы заттардың миграциясын есепке алудың ең қолайлы әдістерінің бірі – лизиметриялық әдіс, ол табиғи ортаға барынша жақын жағдайларда топырақтағы процестердің жүруін сипаттайды [16].

Ағынды сулардың тазалану дәрежесі топырақтың ағынды сулардағы химиялық компоненттерді сіңіру қабілеті арқылы бағаланады.

Кесте 1 – Топырақтың ағынды сулардағы химиялық компоненттерді сіңіруі, мг/л

Көрсеткіштер	pH	HCO ₄	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+R	Азот (жалпы)	Азот (аммоний)	P ₂ O ₅
1-ші суару, m=700 м ³ /га, қабаты 0–50 см										
бастапқы	7,6	317,2	113,6	345,6	90,0	57,6	138,4	29,8	15,0	9,6
инфильтрат	7,6	69,78	21,6	71,2	26,64	18,20	28,51	2,8	2,9	0,0
% бастапқы тазалануға	–	78,0	81,0	79,4	70,4	68,4	79,4	90,6	80,4	100,0
4-ші суару, m=1100 м ³ /га, қабаты 0–50 см										
бастапқы	7,7	326,0	124,1	302,8	102,0	61,9	110,4	32,4	15,6	8,2
инфильтрат	7,6	158,4	61,8	213,2	61,1	39,37	54,98	13,61	7,3	5,1
% бастапқы тазалануға	–	51,4	50,2	29,6	40,1	36,4	50,2	58,0	53,0	38,0
4-ші суару, m=1100 м ³ /га, қабаты 0–100 см										
бастапқы	7,7	326,0	124,1	302,8	102,0	61,9	110,4	32,4	15,6	8,2
инфильтрат	7,6	114,8	24,32	60,76	32,44	25,44	34,67	3,8	1,15	0,70
% бастапқы тазалануға	–	64,8	80,4	80,1	68,2	58,9	68,6	88,4	92,6	91,4

1-кесте деректері ағынды сулардың топырақтың бір метрлік қабаты арқылы сүзілгеннен кейін (инфильтрат) құрамындағы компоненттер бойынша өзен суларының құрамына жақындайтынын көрсетеді. 1-кесте бойынша инфильтратта барлық компоненттердің төмендегені байқалады. Ағынды сулармен алғашқы суару кезінде, суару нормасы m = 700 м³/га болғанда, топырақ суда еритін тұздардың 60%-ға дейінін сіңіреді. Ең төмен сіңу 50 см топырақ қабатында байқалады – барлық катиондардың сульфаттары бойынша.

Топырақ қабатының қалыңдығы 100 см-ге дейін артқанда, тазалану дәрежесі жоғарылайды, инфильтраттардың барлық компоненттер бойынша мөлшері азая түседі. Бұл қабатта суда еритін тұздардың 90%-ға дейіні, ал фосфор мен жалпы азот тиісінше 100% және 90,8%-ға дейін ұсталады. 4-ші суару кезінде, суару нормасы m = 1100 м³/га болғанда, топырақтың бір метрлік қабатында суда еритін тұздардың сіңірілуі 58-80% аралығында, жалпы азот – 88,4%, фосфор – 91,4% болды. Кейінгі суаруларда топырақтың сіңіру қабілетінің төмендеуі суару алқаптарына түсетін жүктеме мөлшерінің жоғары болуымен

түсіндіріледі. Белгілі болғандай, жүктеме нормасы артқан сайын топырақтың сіңіру қабілеті төмендейді [17-20]. Ағынды сулармен суару кезінде кальций мен магний топырақ профилі бойымен барынша миграцияға ұшырайды, сондықтан олардың инфильтраттағы мөлшері жоғары болады. Топырақ ағынды судың құрамындағы фосфорды дерлік 100% сіңіреді, ал азотты өте қарқынды абсорбциялайды. Вегетацияның бастапқы кезеңінде 50 см топырақ қабатынан алынған инфильтраттағы жалпы азоттың мөлшері ағынды судағы құрамының 25-26%-нан, ал бір метрлік қабатта 10-12%-дан аспайды. Кейінгі суарулар барысында бір метрлік қабатта азот пен фосфордың сіңірілу деңгейі жоғары күйінде қалады [16].

Ағынды сулардың жоғары деңгейде тазалануын қамтамасыз ететін негізгі факторлардың бірі – суару алқаптарына түсетін рационалды жүктеме нормаларын сақтау. Бұл жағдайда топырақта сорбция, механикалық және физикалық сіңіру, сондай-ақ биохимиялық ыдырау процестерінің қалыпты жүруі қамтамасыз етіледі.

Суару кезінде топырақ белгілі бір қарқынмен түрлі заттарды сіңіреді, олардың бір бөлігі суаруаралық кезеңде ауыл шаруашылығы дақылдары тарапынан пайдаланылса, ал бір бөлігі көрсетілген процестердің әсерінен қарапайым қосылыстарға дейін ыдырайды [18].

Сондықтан ағынды сулармен суару жағдайында ағынды сулар арқылы келіп түсетін заттар мен өсімдіктер тарапынан пайдаланылатын заттар арасындағы тепе-теңдікті сақтау қажет, бұл тепе-теңдік суаруаралық кезеңдер арқылы реттеледі.

Ауыр саздақ шалғынды-батпақты топырақтарда ағынды сулардың химиялық компоненттері топырақтың жоғарғы 50 см қабатында ұсталып, биологиялық айналымға тартылады, өйткені бұл қабатта өсімдіктердің тамыр жүйесінің негізгі бөлігі мен микроағзалар шоғырланған және ыдырау процестері қарқынды жүреді. Ағынды сулармен суару кезінде жүктеме нормасы ұлғайған жағдайда инфильтраттардағы негізгі компоненттер мөлшерінің біршама артқаны байқалды. 2-кестеде ағынды сулармен бірге топыраққа келіп түсетін және инфильтрация нәтижесінде шайылып шығатын негізгі қоректік элементтер келтірілген.

2-кесте – Шалғынды-батпақты топырақ жағдайында ағынды сулармен суару кезіндегі топырақтағы химиялық элементтердің миграциясы, кг/га

Көрсеткіштер	M, м ³ /га	Cl	SO ₄	Ca	Mg	Na+R	Na	P ₂ O ₅
Топыраққа түскен	3900,0	440,0	1346,0	3511,0	225,0	538,0	117,0	39,0
50 см қабаттан шайылып шыққаны	1500,0	77,7	317,4	81,54	50,6	115,0	15,9	4,35
%	-	18,0	23,0	23,0	23,0	25,5	14,0	11,0
Топыраққа түскен	5000,0	565,0	1730,0	450,0	290,0	690,0	150,0	50,0
50 см қабаттан шайылып шыққаны	2400,0	148,0	511,0	146,0	95,0	130,0	18,0	12,0
%	-	26,0	30,0	32,0	33,0	20,0	12,0	24,0

Инфильтрация нәтижелері негізгі қоректік элементтердің инфильтраттар құрамымен миграциялану деңгейі төмен екенін көрсетті. Мысалы, топырақтың 50 см қабатынан төменгі бөліктерге ағынды сулар арқылы түскен азоттың 10-14%-ы, фосфордың 11-24%-ы шайылып кетеді. Жоғары миграция дәрежесімен сипатталатын элементтер: хлор – 18-26,2%; сульфаттар – 23-30%; кальций – 23-32% және магний – 23-33%. Жалпы алғанда, аймақтың шалғынды-батпақты топырақтарында ағынды сулардың тазалану деңгейі жеткілікті жоғары. Суару нормасы артқан сайын топырақтағы химиялық элементтердің миграциясы біршама көбейеді.

Сондықтан ағынды суларды ауылшаруашылық дақылдарын суаруда тиімді пайдаланудың негізгі факторларының бірі – оңтайлы суару режимін сақтау. Суару нормасы тым жоғары болған жағдайда суару алқаптарының бетінде беткі ағын пайда болып, ол су көздерінің ластануына әкелуі мүмкін. Аталған аймақта орта және ауыр саздақ топырақтар үшін оңтайлы суару нормасы 900-1100 м³/га шегінде анықталған. Осы мөлшерде ағынды сулар топыраққа жақсы сіңіріледі және ластаушы заттардың басым бөлігі жырту қабатында ұсталып қалады. Ағынды сулардың тазалану дәрежесін суарылатын алқаптардағы өсімдіктердің дамуына қарай да бағалауға болады [16].

Ағынды сулармен суарылатын алқаптар Сырдария өзенінің оң жағалауында орналасқан, мұнда жер асты суларының жату тереңдігі 3-10 м және одан да терең, ал жыныстардың фильтрация коэффициенті тәулігіне 10-20 м құрайды. Жер асты сулары тұщы және тұздылау, олардың шығыны тәулігіне 1000-2000 м³, ал кейбір жерлерде жерасты ағынының ені бойынша бір сызықтық километріне 6000 м³/тәулікке дейін жетеді [14], және бұл қорларды суару үшін пайдалануға болады.

Сырдария өзенінің аңғарының аллювийлі шөгінділеріндегі жер асты суларының режимі тұрақсыз, ол жасанды және табиғи факторларға байланысты және Сырдария өзенінің режимімен, сондай-ақ жер бетіндегі суару суларының режимімен тікелей байланысты. Жер асты сулары деңгейінің ауытқу амплитудасы 10-20 м шамасында.

Жер асты суларының қоректенуі Сырдария өзенінен су таситын, ұсақ және орташа түйірлі құмдарға судың фильтрациялануы, атмосфералық жауын-шашынның инфильтрациясы, сондай-ақ фильтрация алқаптарынан ағынды сулардың сүзілу арқылы жоғалуы есебінен жүзеге асады. Жер асты суларының разрядталуы (шығысы) өсімдіктердің транспирациясы, булану және Сырдария өзенінің ағу бағытына параллель солтүстік-батыс бағытта қозғалған жерасты ағыны есебінен орын алады. Өзен жайылмасының бөлігінде жер асты суларының минералдануы 1,0-2,0 г/л, бірінші жайылмаүсті террасада 2,0-5,0 г/л, ал жайылмаүсті террасаларда 5,0-15,0 г/л құрайды. Екінші жайылмаүсті террасада судың химиялық құрамы – сульфатты-гидрокарбонатты-кальцийлі-натрийлі типке жатады [14,15].

Жер асты суларының қоректенуі олардың сапалық құрамының өзгеруіне алып келеді, әсіресе сүзгілеу алқаптарына жақын жерлерде. Л. Ф. Тикеновтің деректері бойынша [15], ағынды сулардың фильтрациялануы есебінен қайта қоректену барысында жер асты сулары қосымша түрде мынадай компоненттерге ие болады: сульфат иондары (SO₄), хлор (Cl), натрий (Na), сондай-ақ молибден (Mo), мырыш (Zn) және стронций (Sr) сияқты микроэлементтер.

Қызылорда қаласының сүзгілеу алқаптарынан су алу арқылы игерілуі жоспарланған жерлердің басым бөлігі ағынды суларды қолдана отырып суармалы егіншілікті дамытуға қолайлы жағдайларда орналасқан. Жер асты суларының жату тереңдігі 2,5–3,0 м-ден жоғары, яғни жер асты суларының топырақ процестеріне әсері жоқ деуге болады. Сондықтан су режимінің кіріс және шығыс теңгерімі топырақты күрделі шаю шараларынсыз қамтамасыз етіледі деп күтіледі.

Қаржыландыру. Бұл зерттеуді Қазақстан Республикасы Ғылым және жоғары білім министрлігінің Ғылым комитеті №BR21882415 «Қызылорда облысында су тапшылығы жағдайында мал азықтық дақылдары мен ағаш екпелерін суару үшін сарқынды суларды қауіпсіз утилизациялау технологиясын әзірлеу» бағдарламалық нысаналы қаржыландыру шеңберінде қаржыландырды.

Әдебиеттер:

- [1] Железняков, Г.В. и др. Гидрология, гидрометрия и регулирование стока. – М.: Колос, 1984. – 205с.
- [2] Бурлибаев, М.Ж., Волчек А.А., Калинин М.Ю. Гидрометрические и гидрогеологические расчеты для водохозяйственных целей. Издательство «Каганат», Алматы, 2004. – 357с.
- [3] Особенности режима грунтовых вод при гидромелиорации земель. <https://ros->

pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/gidrogeologiya-/gidrogeologiya-i-osnovy-geologii/osobennosti-rezhima-gruntovykh-vod-pri-gidromelior/

[4] **Зубаиров, О.З.** Сточные воды и использование их в сельском хозяйстве. – Алматы, 2011. – 280 с.

[5] **Баймаханов, Ө.С.** Өмірзақов С.Ы., Ақылбаев Қ.И., Далдабаева Г.Т., Шегенбаев А.Т., Шалабаева Г.А. Қызылорда қаласы мысалында төгінді суларды ағаш екпелері мен малазықтық дақылдарды суару үшін ғылыми демонстрациялық аланды дайындау мен су сапасын бағалау. Қорқыт Ата атындағы ҚУ Хабаршысы, Ауыл шаруашылығы ғылымдары, 2025. – №3–1 (74). – 81–93 бб. https://agro.korkyt.edu.kz/downloads/arch/journal_author_fRwrctbwqpL812x.pdf

[6] **Шульц, М.** Круглогодичное орошение сточными водами. – М.: Колос, 1965. – С. 191.

[7] **Ильинский, И.И.** Опыт использования и обезвреживания сточных вод в сельском хозяйстве. – Ташкент: УзНИИТИ, 1984. – С. 40.

[8] **Баймаханов, О.С., Шомантаев А.А., Өмірзақов С.Ы., Сақтағанова Н.А., Далдабаева Г.Т., Шегенбаев А.Т., Ақылбаев К.И.** Тасбөгет кентіндегі модульдік биологиялық тазарту станциясының тәжірибелік учаскесінің жер асты суларының сапалық көрсеткіші. Қорқыт Ата атындағы ҚУ Хабаршысы. №4 (71) 2024, 365–375 бб. <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v71.i4.215>

[9] **Газда, С., Гольдберг В. М.** Гидрогеологические основы охраны подземных вод. М.: Недра, 1984. – 262 с.

[10] **Гольдберг, В.М.** Оценка защищенности подземных вод по Гольдбергу. – Москва, 1984. – 262 с.

[11] Указания по определению расчетных гидрогеологических характеристик СН 435–72. Гидрометеоздат, 1972. – 34 с.

[12] Всесоюзный научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ВСЕГИНГЕО).

[13] **Гольдберг, В.М., Мелькановицкая С.Г., Лукьянчиков В.М.** Методические рекомендации по выявлению и оценке загрязнения подземных вод. – М: ВСЕГИНГЕО, 1988. – 61с.

[14] **Калдаров, М.К.** Гидрологические условия орошаемых земель низовьев реки Сырдарья. // Сб. н.тр. Совершенствование мелиоративных систем и технологии орошения сельскохозяйственных культур в Казахстане. – Ташкент, 1985. – С.129-133.

[15] **Тикенова, Л.Ф.** Формирование подземных вод плато карай антропогенным воздействием: автореф. дис. канд. г-м наук. – Алматы, 1989г. –18 с.

[16] **Шомантаев, А.А.** Гидрохимический режим водотоков и сельскохозяйственное использование сточных и коллекторно-дренажных вод в низовьях реки Сырдарья. – Кызылорда, 2001г. – 254 с.

[17] **Стручявичус, З.В.** Круглогодичное сельскохозяйственное использование и очистка сточных вод маслосыра заводов на дренированных суглинистых почвах. Литовская ССР. Автореф. дис. канд. с-х наук. – М., 1980. – 23 с.

[18] **Баймаханов, Ө.С., Өмірзақов С.Ы., Абдукодирова М.Н., Ақылбаев Қ.И., Шегенбаев А.Т., Далдабаева Г.Т., Буланбаева П.У.** Төгінді сулардың жер асты суларына және малазықтық дақылдардың құрамына әсері. // Ізденістер, нәтижелер – Исследования, результаты, 2025. – №2 (106) ISSN 2304–3334, <https://doi.org/10.37884/2-2025/44>

[19] **Зубаиров, О.З.** Агромелиоративные и водоохранные основы сельскохозяйственного использования биологически очищенных сточных вод и животноводческих стоков в орошаемой зоне юга и юго-востока Казахстана. Автореф. док. диссерт. – Волгоград, 1992. – 47с.

[20] **Мусаев, А.И.** Водный режим почвы при орошении кормовых культур городскими сточными водами на светлых сероземных почвах юго-востока Казахстана. Автореф. дис. канд. с-х наук. – Волгоград, 1985. – 21с.

References:

[1] **Zheleznyakov, G.V.,** I dr. Hidrologiya, gidrometriya I regulirovanie stoka. – М.: Kolos, 1984. – 205 s. [in Russian]

[2] **Burlibaev, M.Zh.,** Volchek A.A., Kalinin M.Yu. Gidrometricheskie I gidrogeologicheskie raschety dlya vodokhozyaistvennykh tseley. Izdatelstvo «Kanagat», Almaty, 2004. – 357 s. [in Russian]

[3] Osobennosti rezhima gruntovykh vod pri gidromelioratsii zemel. https://ros-pipe.ru/tekh_info/tekhnicheskie-stati/gidrogeologiya-/gidrogeologiya-i-osnovy-geologii/osobennosti-

[rezhima-gruntovykh-vod-pri-gidromelior/](#)

[4] **Zubairov, O.Z.** Stochnye vody I ispolzovanie ikh v selskom khozyaistve. – Almaty, 2011. – 280 s. [in Russian]

[5] **Baimakhanov, O.S.**, Omirzakov S.I., Akylbaev K.I., Daldabaeva G.T., Shegenbaev A.T., Shalabaeva G.A. Kyzylorda kalasy mysalynda togindi sulardy agash ekpeleri men malazyktyk dakyldardy suaru ushin gylymi demonstratsiyalyk alandy daiyndau men su sapasyn bagalau. Korkyt Ata atyndagy KU Khabarshysy, 2025 – №3-1 (74), 81-93, 81-89 bb. [in Kazakh]

https://agro.korkyt.edu.kz/downloads/arch/journal_author_fRwrctbwqpL812x.pdf

[6] **Shults, M.** Kruglogodovoe oroshenie stochnymi vodami. – M.: Kolos, 1965. – S.191[in Russian]

[7] **Ilinskiy, I.I.** Opyt ispolzovaniya I obezvrezhivaniya stochnykh vod v selskom khozyaistve. – Tashkent: UzNIINTI, 1984. – S. 407 [in Russian]

[8] **Baymakhanov, O.S.**, Shomantaev A.A., Daldabaeva G.T., Otambaev B.S., Akylbaev K.I., Shegenbaev A.T., Tasboget kentinin modul'dik biologiyalyk tazartu stantsiyasynyn aumagynda ornalaskan tazhiribe uchaskesinin topyrak kunarlylygy zhane gidrogeologiyalyk zhagdaylary. Korkyt Ata atyndagy Kyzylorda universitetinin khabarshysy, 2024. – №3 (70), <https://doi.org/10.52081/bkaku.2024.v70.i3.182> [in Kazakh]

[9] **Gazda, S.**, Goldberg V.M. Hidrogeologicheskie osnovy okhrany podzemnykh vod. Izdanie: Nedra, Moskva, 1984. – 262 s. [in Russian]

[10] **Goldberg, V.M.**, Otsenka zashchishchennosti podzemnykh vod po Goldbergu. Moskva, 1984. – 262 s. [in Russian]

[11] Ukazaniya po opredeleniyu raschetnykh gidrogeologicheskikh kharakteristik SN 435 – 72. Gidrometeoizdat, Leningrad, 1972. – 34 s. [in Russian]

[12] Vsesoyuzny nauchno-issledovatel'skiy institut gidrogeologii I inzhenernoy geologii (VSEGINGEO). [in Russian]

[13] Goldberg V.M., Melkanovitskaya S.G., Lukyanchikov V.M. Metodicheskie rekomendatsii po vyyavleniyu I otsenke zagryazneniya podzemnykh vod. M: VSEGINGEO, 1988. – 61 s. [in Russian]

[14] **Kaldarov, M.K.** Hidrologicheskie usloviya oroshaemykh zemel nizovev reki Syrdari. // Sb. N.tr. Sovershenstvovanie meliorativnykh system I tekhnologii orosheniya selskokhozyaystvennykh kultur v Kazakhstane. Tashkent, 1985. – S. 129–133. [in Russian]

[15] **Tikenova, L.F.** Formirovaniye podzemnykh vod plato Karay antropogennym vozdeystviem: Avtoref. dis. kand. g-m nauk. – Almaty, 1989 – 18 s. [in Russian]

[16] **Shomantaev, A.A.** Gidrokhimicheskiy rezhim vodotokov selskokhozyaystvennoe ispolzovanie stochnykh I kollektorno-drenaznykh vod v nizovyakh reki Syrdari. Kyzylorda, 2001 g. – 254 s. [in Russian]

[17] **Struchavichus, Z.V.** Kruglogodovoe selskikhhozyaystvennoe ispolzovanie I ochistka stochnykh vod maslosyrzavodov na drenirovannykh suglinistykh pochvakh. Litovskaya SSR. Avtoref. dis. kand. s-kh nauk. M., 1980. – 23s. [in Russian]

[18] **Bajmakhanov, O.**, Umirzakov S., Abdukodirova M.N., Akylbaev K.I., Shegenbaev A.T., Daldabaeva G.T., Bulanbaeva P.U, Togindi sulardyn zher asty sularyna zhane malazyqtyq daqyldardyn quramyna aseri. Izdenister, natizheler, 2025. – №2 (106), <https://doi.org/10.37884/2-2025/45> [in Kazakh]

[19] **Zubairov, O.Z.** Agromeliorativnye I vodookhrannye osnovy selskokhozyaystvennogo ispolzovaniya biologicheskii ochishchennykh stochnykh vod I zhivotnovodcheskikh stokov v oroshemoy zone yuga I yugo-vostoka Kazakhstana. Avtoref. dok. dis. Volgograd, 1992. – 47 s. [in Russian]

[20] **Musaev, A.I.** Vodny rezhim pochvy pri oroshenii kormovykh kultur gorodskimi stochnymi vodami na svetlykh serozemnykh pochvakh yugo-vostoka Kazakhstana. Avtoref. dis. kand. s-kh nauk. Volgograd, 1985. – 21 s. [in Russian]

ПРОГНОЗНЫЙ РАСЧЁТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД ВСЛЕДСТВИЕ ОРОШЕНИЯ СТОЧНЫМИ ВОДАМИ

Далдабаева Г.Т.^{1*}, кандидат технических наук

Шомантаев А.А.¹, доктор сельскохозяйственных наук, профессор

Умирзаков С.И.¹, доктор технических наук, профессор

Байманов Ж.Н.², кандидат технических наук, доцент

Отарбаев Б.С.¹, кандидат сельскохозяйственных наук

Көпен М.Б.¹, докторант 3 курса по ОП 8D08675 - “Водное хозяйство и землеустройство”

Аннотация: В условиях интенсивного развития орошаемого земледелия проблема использования сточных вод в сельском хозяйстве в настоящее время является одним из актуальных научных направлений с точки зрения экологической безопасности, рационального управления водными ресурсами и сохранения мелиоративного состояния почв. В регионах с нарастающим дефицитом водных ресурсов, в том числе на юге и юго-западе Казахстана, эффективное применение очищенных сточных вод в целях орошения рассматривается как альтернативный путь водосбережения. Однако при орошении сточными водами возникает ряд сложных процессов, влияющих на гидрогеохимический режим почв и подземных вод.

В статье всесторонне исследовано влияние орошения сточными водами на гидрогеохимический состав подземных вод, инфильтрационные процессы и миграцию химических элементов в почвенном профиле. При различных нормах орошения оценены фильтрационные свойства почвы и проанализирована степень задержания основных компонентов сточных вод (азота, фосфора, кальция, магния, хлора, сульфатов). По результатам исследований установлено, что почвенный слой толщиной 50–100 см эффективно поглощает 60–100% химических примесей сточных вод. При норме орошения 900–1100 м³/га наблюдается высокий уровень естественной биофильтрации и снижение риска загрязнения подземных вод. Вместе с тем доказано, что длительное орошение может привести к увеличению минерализации подземных вод. В статье представлены научно обоснованные рекомендации по мониторингу качества подземных вод, оценке гидрогеологических условий и безопасному использованию сточных вод в сельском хозяйстве.

Ключевые слова: сточные воды, подземные воды, орошение, почва, гидрогеология

PREDICTIVE CALCULATION OF GROUNDWATER CONTAMINATION CAUSED BY IRRIGATION WITH WASTEWATER

Daldabayeva G.T.¹, Candidate of Technical Sciences

Shomantayev A.A.¹, Doctor of Agricultural Sciences, Professor

Umirzakov S.I.¹, Doctor of Technical Sciences, Professor

Baimanov Zh. H.², Candidate of Technical sciences, Associate Professor

Otarbayev B.S.¹, Candidate of agricultural sciences

Kopen M.B.¹, 3-rd year doctoral student 8D08675 Water and Land Management

¹*Korkyt Ata Kyzylorda University, Republic of Kazakhstan*

²*I. Zhakhaev Kazakh Rice Research Institute, Kyzylorda, Kazakhstan*

Annotation. Under conditions of intensive development of irrigated agriculture, the problem of wastewater use in agriculture is currently one of the most relevant scientific areas from the standpoint of environmental safety, rational water resources management, and preservation of the reclamation status of soils. In regions experiencing increasing water scarcity, including the southern and southwestern parts of Kazakhstan, the effective use of treated wastewater for irrigation is considered an alternative approach to water conservation. However, irrigation with wastewater leads to a number of complex processes that affect the hydro geochemical regime of soils and groundwater.

The article provides a comprehensive analysis of the impact of wastewater irrigation on the hydro geochemical composition of groundwater, infiltration processes, and migration of chemical elements within the soil profile. Under different irrigation rates, the filtration properties of soils were evaluated, and the degree of retention of the main wastewater components (nitrogen, phosphorus, calcium, magnesium, chlorine, sulfates) was analyzed. The research results showed that a 50–100 cm soil layer effectively absorbs 60–100% of the chemical impurities in wastewater. At irrigation rates of 900–1100 m³/ha, a high level of natural bio filtration and a reduced risk of groundwater contamination were observed. At the same time, it was proven that long-term irrigation may lead to an increase in groundwater mineralization. The article presents scientifically grounded recommendations on groundwater quality monitoring, assessment of hydrogeological conditions, and safe use of wastewater in agriculture.

Keywords: wastewater, groundwater, irrigation, soil, hydrogeology.

УЧЕБНЫЙ СТЕНД ДЛЯ УГЛУБЛЕННОГО ИЗУЧЕНИЯ КОНСТРУКЦИИ СОВРЕМЕННЫХ ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ НАЗЕМНЫХ ТРАНСПОРТНО- ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Дидманидзе О.Н.¹, доктор технических наук, профессор
didmanidze@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2558-0585>

Митягин Г.Е.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
mityagin@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0003-2667-9309>

Пуляев Н.Н.¹, кандидат технических наук, ассоциированный профессор
pulyaev@rgau-msha.ru; <https://orcid.org/0000-0001-8984-4426>

Бисенов М.К.², кандидат технических наук
bisenovmurat@gmail.com; <https://orcid.org/0009-0004-7765-7091>

Бекжанов С.Ж.³, PhD, ассоциированный профессор
ser.bekzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7876-8779>

¹*Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Россия*

²*Кызылординский открытый университет, г. Кызылорда, Казахстан*

³*Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан*

Аннотация. Разработка учебных стендов для углублённого изучения конструкции электрифицированных наземных транспортно-технологических средств (ЭНТТС) стала важной образовательной инициативой в условиях все возрастающего интереса к модернизации машинно-тракторного парка путем установки электропривода для повышения энергоэффективности и экологичности существующего парка машин. Поскольку не только производители автомобилей, но и производители тракторов, комбайнов и сельскохозяйственных машин, переходят на использование электродвигателей для привода ходовой части или рабочих органов, существует острая потребность в квалифицированных технических специалистах, хорошо разбирающихся в особенностях технологий ЭНТТС, включая высоковольтные системы и системы управления батареями. Этот переход подчёркивает не только важность специализированного обучения, но и необходимость адаптации учебных программ и материально-технической базы для подготовки будущих специалистов к требованиям изменяющегося рынка труда. Безопасность является важным приоритетом в обучении технических специалистов из-за рисков, связанных с наличием высоковольтных систем в конструкции ЭНТТС. Поэтому при разработке рабочей программы дисциплин «Конструкция и техническая эксплуатация электромобилей и гибридных силовых установок» для специальности 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и «Конструкция и техническая эксплуатация комбинированных энергоустановок и электромобилей» для бакалавров направления 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» сделан акцент не только на прямом контакте с реальными агрегатами и узлами ЭНТТС, но и строгом соблюдении мер безопасности и подготовке преподавателей. Интеграция мер безопасности в конструкцию стендов демонстрирует приверженность подготовке студентов к реальным задачам и формированию ответственного отношения к безопасным практикам на рабочем месте. Образовательная значимость разработанного стенда выходит за рамки развития технических навыков, поскольку она также затрагивают вопросы энергоэффективности и экологичности ЭНТТС. Обучая специалистов-агроинженеров с использованием современных учебных программ и актуального материально-технического обеспечения можно способствовать формированию кадрового потенциала, который не только отвечает текущим запросам отрасли, но и готов возглавить переход к эксплуатации перспективных ЭНТТС.

Ключевые слова: электрифицированное наземное транспортно-технологическое средство,

электромобиль, стенд-тренажер, образовательный процесс, конструкция, техническая эксплуатация.

Введение. Развитие отечественного агропромышленного комплекса (АПК) неразрывно связано с подготовкой квалифицированных кадров, способных эффективно осваивать и эксплуатировать современную технику, включая перспективные электрифицированные наземные транспортно-технологические средства [1]. Электрифицированные наземные транспортно-технологические средства представляют собой важный элемент механизации сельскохозяйственного производства, поскольку обеспечивают снижение выбросов парниковых газов, повышение производительности труда и улучшение условий работы операторов техники. Однако эффективное освоение и эксплуатация ЭНТТС требуют глубоких знаний в области электротехники, электроники, автоматизации и информационных технологий, а также умения решать комплексные инженерные задачи. Для обеспечения качественной подготовки студентов ФББОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в рамках сразу нескольких направлений, таких как 23.05.01 «Наземные транспортно-технологические средства» и 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» с 2022 года в учебных планах предусмотрено несколько дисциплин, предполагающих изучение конструкции ЭНТТС, в частности: «Конструкция и техническая эксплуатация электромобилей и гибридных силовых установок» и «Конструкция и техническая эксплуатация комбинированных энергоустановок и электромобилей».

Создание специализированных стендов для изучения конструкции ЭНТТС является ключевым элементом повышения качества подготовки инженерных кадров для АПК. Такие стенды позволяют будущим специалистам получать практические навыки диагностики неисправностей, обслуживания и ремонта агрегатов и узлов ЭНТТС, что существенно повышает уровень их компетенции. Важность подготовки агроинженеров, способных интегрировать ЭНТТС в сельскохозяйственное производство, обусловлена необходимостью формирования эффективного машинно-тракторного парка, способствующего повышению эффективности производства и снижению издержек сельскохозяйственных предприятий [2].

Электрифицированные наземные транспортно-технологические средства обладают значительным потенциалом для улучшения экологической ситуации в сельскохозяйственных регионах, снижения зависимости от ископаемых видов топлива и повышения энергоэффективности. Следовательно, подготовка кадров, владеющих этими технологиями, способствует достижению целей обеспечения продовольственной безопасности страны. Проектирование и изготовление стендов для изучения конструкций ЭНТТС является необходимым условием успешного внедрения новейших технических достижений в сельское хозяйство и важным инструментом для повышения конкурентоспособности отечественных производителей сельскохозяйственной техники [1].

Необходимость разработки новых принципов и подходов к подготовке инженерных кадров для предприятий, эксплуатирующих современный машинно-тракторный парк, основанных на реальных процессах проектирования и эксплуатации современной техники, подчеркивает несоответствие традиционного подхода к обучению актуальным требованиям индустрии, вызванное изменением технологий и производственных процессов [3].

Также следует отметить, что повышение качества подготовки студентов-агроинженеров требует комплексного подхода, включающего разработку новых оборудования и учебных материалов, учитывающих актуальные направления психолого-педагогического сопровождения подготовки инженерных кадров для сельского хозяйства, позволяющих проводить оценку когнитивных способностей и диагностику личностных качеств, необходимых для успешной карьеры в инженерной сфере [4]. В ответ на этот вызов образовательные учреждения разрабатывают специализированные учебные стенды, обеспечивающие безопасное и эффективное практическое обучение.

Цель исследования: создание учебно-методического комплекса, включающего специализированные стенды-тренажеры, предназначенные для углублённого изучения

конструкции и особенностей эксплуатации электрифицированных наземных транспортно-технологических средств, обеспечивающего приобретение будущими специалистами агроинженерного профиля практических навыков в диагностике, обслуживании и ремонте высокотехнологичных электротехнических устройств, применяемых в сельском хозяйстве, что повышает качество профессиональной подготовки и формирует готовность выпускников к решению сложных инженерных задач, возникающих в процессе эксплуатации перспективных образцов ЭНТТС.

Материалы и методы. В основу метода обоснования компоновки, конструктивных особенностей и функциональных возможностей учебного стенда для углубленного изучения конструкции современных электрифицированных наземных транспортно-технологических средств был принят обратный инжиниринг и, в частности, его разновидность – метод анализа конкурентов посредством веб-исследований, который заключался в следующих мероприятиях: поиске изображений аналогичных стендов конкурентов в сети Интернет; анализе дизайна, конструкции, материалов и технологических решений, представленных визуально на фотографиях, чертежах или видеороликах; выявлении ключевых характеристик продукта и выявлении инновационных элементов для разработки нашего варианта конструктивного исполнения стенда и соответствующего ему функционального потенциала.

Материалами исследований, направленных на создание учебного стенда для углубленного изучения конструкции электрифицированных наземных транспортно-технологических средств, являются сведения производителей о конструкции агрегатов и узлов, а также технических характеристиках электромобилей, как снятых с производства, так и выпускающихся в настоящее время. Были проанализированы конструктивные решения, применяемые в электромобилях, спроектированных в начале 2010-х годов, на основе технологических платформ, оснащенных двигателем внутреннего сгорания, например KIA-K2 (электромобиль KIA SOUL EV) или «Гамма» (электромобиль ЛАДА Эллада), а также более современных решениях, например технологической платформе E-GMP [5,6], имеющихся в распоряжении на кафедре тракторов и автомобилей ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева.

Анализ предложения готовых стендов, ориентированных на изучение конструкции электромобилей показал, что только две компании, ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» (Российская Федерация, г. Челябинск) [7] и УП «НТП «Центр» (Республика Беларусь, г. Могилев) [8] предлагают несколько вариантов лабораторных стендов для изучения конструкции и эксплуатационных свойств электромобилей, а также изучения оборудования для заряда электромобилей, формирующих одно рабочее место, и имеющих стационарное напольное или настольное исполнение в виде моноблока, либо в виде планшета.

Еще одним подходом к проектированию учебных стендов является использование серийного электромобиля как основы, поскольку в настоящее время серийных ЭНТТС нет. В таком случае стенд, состоящий из двух частей, включает в себя серийный электромобиль у которого выполнены функциональные разрезы элементов кузова (крыша, двери, капот) и высоковольтной батареи, которые позволяют изучить устройство ходовой части электромобиля (элементы передней и задней подвески), устройство высоковольтной батареи (расположение модулей питания внутри высоковольтной батареи), устройство подкапотного пространства (расположение жгутов и элементов электрооборудования, силового агрегата, системы кондиционирования и нагрева, системы торможения, блока управления заряда высоковольтной батареи). Вторая часть стенда представляет собой блок ввода неисправностей выполненный в виде стенда, имеющего напольное исполнение. УП «НТП «Центр» в качестве основы стенда использует две модели электромобилей, снятые с производства компаниями-производителями: Nissan Leaf ZE0 (стенд НТЦ-15.50 «Электромобиль Nissan») [9] и BMW i3 (стенд НТЦ-15.50.1 «Электромобиль BMW i3») [10].

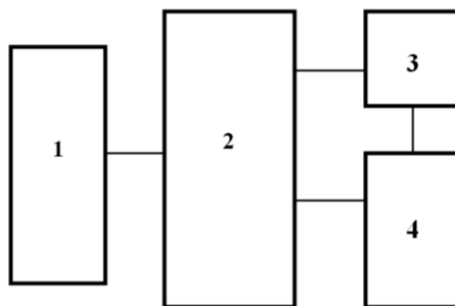
Аналогичный вариант материально-технического обеспечения предложен компанией ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» где за основу стенда, состоящего из двух частей, взят серийный электромобиль Nissan Leaf ZE0 без каких либо изменений, позволяющих наглядно изучить

конструкцию, дополненный персональным компьютером предназначенным для снятия параметров агрегатов и узлов электромобиля посредством специализированного программного обеспечения (стенд НТЦ-15.50.2 «Электромобиль BMW i3 (Wi-Fi)» [11], (стенд «Рабочая модель электромобиля Nissan Leaf») [12]. Такие же подходы к разработке стендов имеют место у зарубежных компаний, например «AutoEDU» (Литва) [13] и учебных заведений «Legasy EV Academy» (США) [14], «Ryansautomotive» (Ирландия) [15].

Результаты и обсуждение. Как уже было указано выше, все лабораторные стенды от компаний ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» и УП «НТП «Центр» имеют стационарное напольное или настольное исполнение. Исполнены стенды либо в виде моноблока, либо в виде планшета, формируют одно рабочее место. Назначение лабораторных стендов ООО НПО «Учтех-ПРОФИ» и УП «НТП «Центр» заключается в изучении конструкции агрегатов и узлов, используемых в электромобилях, а также проведении исследований и испытаний, оптимизации их характеристик и конструкции. Недостатком такого подхода к организации изучения конструкции электромобиля с точки зрения технической эксплуатации является отсутствие реального контакта с серийными агрегатами и узлами электромобиля, необходимого для восприятия реальных массовых и габаритных характеристик и невозможность практической отработки навыков выполнения технологических процессов технического обслуживания или ремонта электромобиля, отсутствие вариативности в формировании рабочих мест. Недостатком подхода к материально-техническому обеспечению учебного процесса где за основу стенда, состоящего из двух частей, взят серийный электромобиль является необходимость наличия полнокомплектного электромобиля, формирование только одного рабочего места, а также необходимость в специализированной аудитории, допускающей въезд в нее транспортного средства, и обеспеченной подъемно-осмотровым оборудованием (автомобильный подъемник с грузоподъемностью не менее 3 т).

Анализ всех стендов, представленных на российском рынке оборудования позволил обосновать компоновочное решение оригинального стенда-тренажера и определить его функциональные возможности, которые были зафиксированы в патенте на изобретение №2838715 «Комплект учебных стендов-тренажеров для изучения конструкции агрегатов и узлов электромобиля» [16]. Преимуществом комплекта стендов-тренажеров является, помимо повышения наглядности и эффективности изучения конструкции наиболее сложных агрегатов и узлов ЭНТТС, обеспечение возможности отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту высоковольтной системы ЭНТТС, применяя серийное технологическое оборудование и инструмент. Комплект стендов (рисунок 1), выполнен в виде трех стендов-тренажеров, соответствующих конструкции высоковольтной системы современного электромобиля, соединенных серийными элементами проводки в защитном исполнении.

Каждый стенд-тренажер из комплекта имеет отличное от других конструктивное исполнение и может применяться как отдельно, так и в составе комплекта стендов-тренажеров. С этой целью стенды-тренажеры, входящие в комплект, оснащены смонтированными на опорах опорно-поворотными колесами с тормозом-фиксатором, позволяющие перемещать стенд в любую часть учебной лаборатории.



а)



б)

Рисунок 1 – Комплект стенов-тренажеров:

а – схема: 1 – стенов-тренажер «Передняя высоковольтная система» (1 мобильный блок); 2 – стенов-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система»; 3, 4 – стенов-тренажер «Задняя высоковольтная система» (2 мобильных блока), б – общий вид.

Стенов-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система» (рисунок 2) предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов и узлов расположенных в средней части электромобиля (под кузовом). На диэлектрическом основании стенов-тренажера неподвижно закреплен корпус высоковольтной батареи в котором при помощи штатного крепежа закреплены и соединены между собой штатными элементами проводки компоненты высоковольтной батареи.

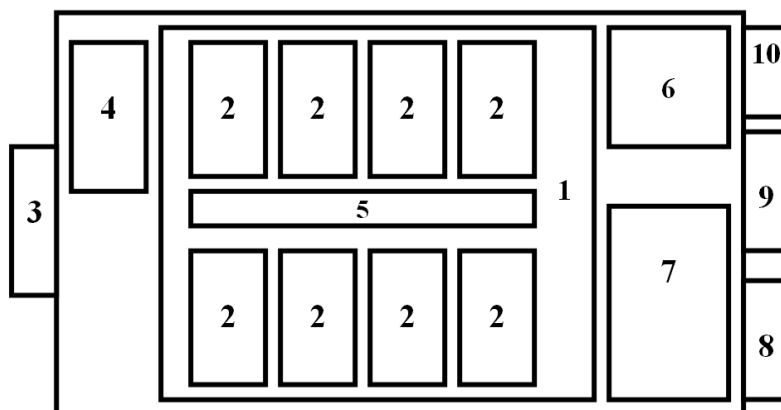


Рисунок 2 – Стенов-тренажер «Высоковольтная аккумуляторная система»:

1 – панель с каналами охлаждения/нагрева модулей батареи; 2 – блок батареи, включающий 8 модулей (32 submodule); 3 – разъем высоковольтный передний 400/800 В; 4 – блок предохранителя высоковольтный 800 В; 5 – блок управления ячейками батареи; 6 – блок управления батареями; 7 – силовое реле; 8 – разъем инвертера; 9 – разъем высоковольтный задний 400/800 В; 10 – разъем связи и питания 12 В

Учебный стенов-тренажер «Передняя высоковольтная система» (рисунок 3) предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту агрегатов и узлов расположенных в передней части электромобиля (в подкапотном пространстве и под электромобилем).

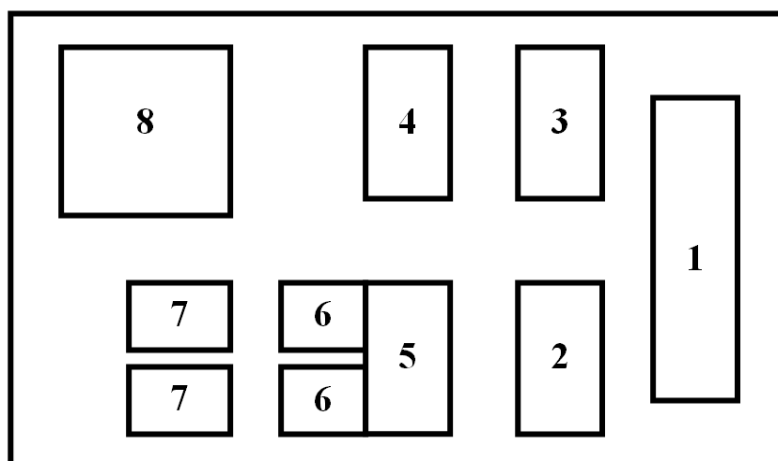


Рисунок 3 – Стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система»:

1 – блок соединительный высоковольтный передний; 2 – нагреватель высоковольтной батареи жидкостный; 3 – нагреватель воздуха системы обогрева салона высоковольтный; 4 – компрессор кондиционера высоковольтный; 5, 6 – бачок расширительный (5), сблочированный с электрическими низковольтными насосами системы термостатирования высоковольтной аккумуляторной батареи (6); 7 – теплообменники жидкостные системы термостатирования высоковольтной аккумуляторной батареи; 8 – блок предохранителей и реле низковольтный

Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» предоставляет возможность отработки и закрепления навыков выполнения основных видов работ по техническому обслуживанию и ремонту элементов расположенных в задней части электромобиля (под кузовом), выполненный в виде двух мобильных блоков.

Первый мобильный блок стенда-тренажера «Задняя высоковольтная система» (рисунок 4) включает два компонента. Второй мобильный блок стенда-тренажера «Задняя высоковольтная система» (рисунок 5) включает три компонента.

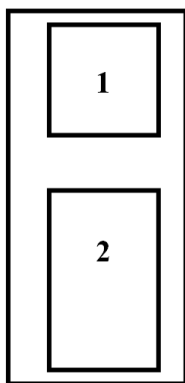


Рисунок 4 – Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (первый мобильный блок): 1 – блок зарядных разъемов 220, 400/800 В; 2 – преобразователь переменного тока в постоянный ток

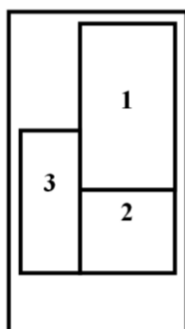


Рисунок 5 – Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (второй мобильный блок): 1 – электродвигатель в сборе с редуктором; 2 – мультиинвертор; 3 – блок соединительный высоковольтный задний

Комплект стендов-тренажеров в зависимости от поставленной на занятия цели использовался в двух компоновочных вариантах:

- компоновочный вариант № 1 – все входящие в комплект стенды-тренажеры сблокированы друг с другом, обеспечивая одно рабочее место;
- компоновочный вариант № 2 – все входящие в комплект стенды-тренажеры отсоединены друг от друга, обеспечивая несколько рабочих мест.

В рамках первого компоновочного варианта комплекта стендов все входящие в комплект стенды-тренажеры сблокированы друг с другом, обеспечивая анализ конструкции и общей компоновки высоковольтной системы электромобиля, собранной отдельно от кузова и шасси электромобиля, что позволяет оценить массовые и габаритные размеры узлов и агрегатов, входящих в конструкцию электромобиля и отвечающих за его работоспособность, их взаимное расположение и способы коммутации друг с другом. С использованием первого компоновочного варианта комплекта стендов-тренажеров можно отрабатывать технологические операции отсоединения и присоединения к высоковольтной аккумуляторной батарее блока соединительного высоковольтного заднего (рисунок 5, поз. 3), преобразователя переменного тока в постоянный ток (рисунок 4, поз. 2), блока соединительного высоковольтного переднего (рисунок 3, поз. 1).

В рамках второго компоновочного варианта комплекта все входящие в его состав стенды-тренажеры отсоединены друг от друга, обеспечивая несколько рабочих мест, используемых отдельно друг от друга.

С использованием стенда-тренажера «Высоковольтная аккумуляторная система» (рисунок 2) можно отрабатывать технологические операции: демонтаж и монтаж крышки высоковольтной тяговой аккумуляторной батареи; отсоединение и присоединение токоведущих шин; демонтаж и монтаж модулей аккумуляторной батареи, силового реле, предохранителя высоковольтного, блока управления батареей, блоков управления ячейками батареи, сигнальной и управляющей проводки; оценку напряжения на контактах тяговой аккумуляторной батареи в сборе, на выводах модулей тяговой аккумуляторной батареи, на выводах ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку разницы напряжения ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку внутреннего сопротивления ячеек, формирующих модули тяговой аккумуляторной батареи; оценку исправности предохранителя высоковольтного; проверку герметичности корпуса тяговой аккумуляторной батареи.

Стенд-тренажер «Передняя высоковольтная система» (рисунок 3) можно использовать для отработки технологических операций: оценка технического состояния нагревателя высоковольтной батареи жидкостного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), нагревателя воздуха системы обогрева салона высоковольтного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции); компрессора кондиционера высоковольтного (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции); демонтаж и монтаж насосов системы термостатирования; оценка технического состояния насосов системы термостатирования (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции).

Стенд-тренажер «Задняя высоковольтная система» (рисунки 4,5) можно использовать для отработки технологических операций: демонтаж и монтаж блока соединительного высоковольтного заднего, мультиинвертора; рассоединение и соединение электродвигателя с редуктором трансмиссии; оценка технического состояния блока соединительного высоковольтного заднего (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), мультиинвертора (внутренне сопротивление, сопротивление изоляции), блока зарядных разъемов; замена масла в редукторе трансмиссии.

Как показали исследования [17,18], использование стенда-тренажера, способствует значительному развитию практических навыков у будущих технических специалистов, позволяет сократить продолжительность подготовки персонала в обязанности которого будет входить выполнение разборочно-сборочных работ по высоковольтной тяговой

аккумуляторной батарее. Использование учебного стенда-тренажера способствует значительному развитию практических навыков у будущих технических специалистов. Владение навыками обслуживания и ремонта агрегатов и узлов ЭНТТС открывает для выпускника разнообразные карьерные возможности в сервисных центрах, дилерских сетях и на производстве, обеспечивая долгосрочную профессиональную стабильность.

Заключение. Создание учебных стендов для углубленного изучения конструкции современных электрифицированных наземных транспортно-технологических средств является важным элементом подготовки кадров для агропромышленного комплекса будущего. Эти стенды обеспечивают безопасную и эффективную практическую подготовку, развивают технические навыки и способствуют формированию ответственного отношения к вопросам устойчивого развития. Дальнейшее развитие учебных стендов, включая внедрение методов и инструментов, позволяющих создать максимальную степень погружения обучающихся в образовательный процесс, приближая опыт к реальной практике и повышая уровень восприятия материала, имитируя реальные ситуации, стимулируя активность участников и улучшая усвоение знаний, будет играть ключевую роль в обеспечении кадровой готовности для агропромышленного комплекса будущего.

Литература:

[1] Трухачев, В.И., Хохлова Е.В., Кролевецкая Е.Н. Стратегические ориентиры развития аграрного образования: форсайт-кейс РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // Агроинженерия, 2025. – Т. 27. – № 1. – С. 89-95. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-1-89-95>

[2] Красников, Г.Я., Трухачев В.И., Дидманидзе О.Н., Парлюк Е.П. Гибридный трактор – основа современного сельского хозяйства // Чтения академика В.Н. Болтинского: сборник статей. 22-23 января 2025 года. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 17-35.

[3] Процессный подход подготовки кадров для предприятий специального машиностроения / К.А. Бабкин, О.Н. Дидманидзе, П.В. Сиротин, Е.П. Парлюк // Чтения академика В. Н. Болтинского: сборник статей. 22-23 января 2025 года. – М.: ООО «Сам Полиграфист», 2025. – С. 36-56.

[4] Коваленок, Т.П., Занфирова Л.В., Назарова Л.И. Актуальные направления психолого-педагогического сопровождения подготовки инженерных кадров для сельского хозяйства // Агроинженерия, 2025. – Т. 27, № 4. – С. 78-84. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-4-78-84>

[5] Митягин, Г.Е., Бисенов М.К. Обзор примеров коммерческих проектов замены двигателей внутреннего сгорания автомобилей на электродвигатель // Техника и технология: теория и практика, 2023. – №2 (8). – С. 16-31.

[6] Дидманидзе, О.Н., Митягин Г.Е., Пуляев Н.Н., Дидманидзе Р.Н., Федоткин Р.С., Бисенов М.К. Учебно-тренировочный комплекс «Электромобиль»: учебное пособие. – М.: ООО «УМЦ «Триада», 2023. – 50 с.

[7] Учебная техника и наглядные пособия для образовательных учреждений. Каталог продукции НПП «Учтех-ПРОФИ» – Челябинск: НПП «Учтех-ПРОФИ», 2024. – 170 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://drive.google.com/file/d/1mrZc1gcUe4G0fL-rQEjAaaCHcyj9trG/view?pli=1> – дата обращения 11 января 2025 г.

[8] Лаборатория «Электромобиль» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.com/ru/catalog/laboratorii/elektromobil/> – дата обращения 11 января 2025 года

[9] Стенд НТЦ-15.50 «Электромобиль Nissan» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-50-elektromobil-nissan/>) – дата обращения 11 января 2025 года

[10] 274. Стенд НТЦ-15.50.1 «Электромобиль BMW i3» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-50-1-elektromobil-bmw-i3-2/> – ата обращения 11 января 2025 г.

[11] Стенд НТЦ-15.50.2 «Электромобиль BMW i3 (Wi-Fi)» <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-50-2-elektromobil-bmw-i3-wi-fi/> – дата обращения 11 января 2025 г.

[12] Стенд «Рабочая модель электромобиля Nissan Leaf» [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://labstand.ru/catalog/ustrojstvo-electromobilya/rabochaya-model-electromobilya-nissan-leaf> – дата

обращения 11 января 2025 г.

[13] AutoEDU 2025 Catalog – Kaunas: AutoEDU JSC, 2025. – 104 с. [Электронный ресурс] – Режим доступа:

https://autoedu.com/wp-content/uploads/2025/06/AutoEdu_product-catalog-2025.pdf – дата обращения 11 января 2025 г.

[14] Legacy EV Launches 100V EV Training Bench for Educators https://legacyev.com/blogs/news/legacy-ev-launches-100v-ev-training-bench-for-educators?srsId=AfmBOopzTNqHv11v-DNCR3yypyiBTx_QZnlZCDu4_8ENRXfP4gg7uo_d – дата обращения 11 января 2025 г.

[15] Educational Trainer Electric Vehicle Training Stand MSEV02 <https://www.ryansautomotive.ie/shop/diagnostic-equipment-and-tools/shop-by-brand/autoedu-training-equipment/educational-trainer-electric-vehicle-training-stand-2/> Дата обращения 11 января 2025 г.

[16] Патент № 2838715 С1 Российская Федерация, МПК G09B 9/00. Комплект учебных стендов-тренажеров для изучения конструкции агрегатов и узлов электромотоцикла : заявл. 22.10.2024 : опубл. 22.04.2025 / Г. Е. Митягин, Н. Н. Пуляев, М. К. Бисенов [и др.] ; заявитель Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К.А. Тимирязева".

[17] **Митягин, Г.Е.**, Бисенов М.К., Шамаева А.О. Результаты исследования технологического процесса разборки высоковольтной тяговой батареи электромотоцикла // Техника и технология: теория и практика, 2022. – №4 (6). – С. 7-21.

[18] **Бисенов, М.К.** Технологическое обеспечение модернизации транспортно-технологических машин установкой электропривода: специальность 4.3.1 «Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса»: автореф. ... канд. техн. наук. – М., 2024. – 28 с.

References:

[1] **Truhachev, V.I.**, Hohlova E.V., Kroleveckaya E.N. Strategicheskie orientiry razvitiya agrarnogo obrazovaniya: forsait-keis RGAU-MSHA imeni K.A. Timiryazeva // Agrozhenneriya, 2025. – Т. 27. – № 1. S. 89-95. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-1-89-95> [in Russian]

[2] **Krasnikov, G.Ya.**, Truhachev V.I., Didmanidze O.N., Parlyuk E.P. Gibridnyj traktor – osnova sovremennogo sel'skogo hozyajstva // Chteniya akademika V.N. Boltinskogo: sbornik statej. 22-23 yanvarya 2025 goda. – М.: ООО «Sam Poligrafist», 2025. – S. 17-35. [in Russian]

[3] Processnyj podhod podgotovki kadrov dlya predpriyatij special'nogo mashinostroeniya / K.A. Babkin, O.N. Didmanidze, P.V. Sirotin, E.P. Parlyuk // Chteniya akademika V. N. Boltinskogo: sbornik statej. 22-23 yanvarya 2025 goda. – М.: ООО «Sam Poligrafist», 2025. – S. 36-56. [in Russian]

[4] **Kovalenok, T.P.**, Zanjirova L.V., Nazarova L.I. Aktual'nye napravleniya psihologo-pedagogicheskogo soprovozhdeniya podgotovki inzhenernyh kadrov dlya sel'skogo hozyajstva // Agrozhenneriya. 2025. Т. 27, № 4. – S. 78-84. <https://doi.org/10.26897/2687-1149-2025-4-78-84> [in Russian]

[5] **Mityagin, G.E.**, Bisenov M.K. Obzor primerov kommercheskih proektov zameny dvigatelej vnutrennego sgoraniya avtomobilej na elektrodvigatel' // Tekhnika i tekhnologiya: teoriya i praktika. 2023. №2 (8). – S. 16-31. [in Russian]

[6] **Didmanidze, O.N.**, Mityagin G.E., Pulyaev N.N., Didmanidze R.N., Fedotkin R.S., Bisenov M.K. Uchebno-trenirovochnyj kompleks «Elektromobil'»: uchebnoe posobie. – М.: ООО «UMC «Triada», 2023. – 50 s. [in Russian]

[7] Uchebnaya tekhnika i naglyadnye posobiya dlya obrazovatel'nyh uchrezhdenij. Katalog produkcii NPP «Uchtekh-PROFI» – Chelyabinsk: NPP «Uchtekh-PROFI», 2024. – 170 s. [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://drive.google.com/file/d/1mrZc1gcUe4G0fL-rQEjAaaCHcyij9rrG/view?pli=1> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g. [in Russian]

[8] Laboratoriya «Elektromobil'» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.com/ru/catalog/laboratorii/elektromobil/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 goda

[9] Stend NTC-15.50 «Elektromobil' Nissan» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-50-elektromobil-nissan/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 goda [in Russian]

[10] 274. Stend NTC-15.50.1 «Elektromobil' BMW i3» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tekhnika/ntc-15-50-1-elektromobil-bmw-i3-2/> – data obrashche-

нија 11 январья 2025 г. [in Russian]

[11] Stend NTC-15.50.2 «Elektromobil' BMW i3 (Wi-Fi)» <https://ntpcentr.ru/catalog/avtomobilnaya-tehnika/ntc-15-50-2-elektromobil-bmw-i3-wi-fi/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[12] Stend «Rabochaya model' elektromobilya Nissan Leaf» [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: <https://labstand.ru/catalog/ustrojstvo-electromobilya/rabochaya-model-electromobilya-nissan-leaf> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g. [in Russian]

[13] AutoEDU 2025 Catalog – Kaunas: AutoEDU JSC, 2025. – 104 s. [Elektronnyj resurs] – Rezhim dostupa: https://autoedu.com/wp-content/uploads/2025/06/AutoEdu_product-catalog-2025.pdf – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[14] Legacy EV Launches 100V EV Training Bench for Educators https://legacyev.com/blogs/news/legacy-ev-launches-100v-ev-training-bench-for-educators?srltid=AfmBOopzTNqHv1lv-DNCR3yipyiBTx_QZnlZCDu4_8ENRXfP4gg7uo_d – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[15] Educational Trainer Electric Vehicle Training Stand MSEV02 <https://www.ryansautomotive.ie/shop/diagnostic-equipment-and-tools/shop-by-brand/autoedu-training-equipment/educational-trainer-electric-vehicle-training-stand-2/> – data obrashcheniya 11 yanvarya 2025 g.

[16] Patent № 2838715 C1 Rossijskaya Federaciya, MPK G09B 9/00. Komplekt uchebnyh stendov-trenazherov dlya izucheniya konstrukcii agregatov i uzlov elektromobilya : zavavl. 22.10.2024 : opubl. 22.04.2025 / G. E. Mityagin, N. N. Pulyaev, M. K. Bisenov [i dr.] ; zavavitel' Federal'noe gosudarstvennoe byudzhetnoe obrazovatel'noe uchrezhdenie vysshogo obrazovaniya "Rossijskij gosudarstvennyj agrarnyj universitet - MSHA imeni K.A. Timiryazeva. [in Russian]

[17] **Mityagin, G.E.**, Bisenov M.K., Shamaeva A.O. Rezul'taty issledovaniya tekhnologicheskogo processa razborki vysokovol'tnoj tyagovoj batarei elektromobilya // Tekhnika i tekhnologiya: teoriya i praktika. 2022. №4 (6). – S. 7-21. [in Russian]

[18] **Bisenov, M.K.** Tekhnologicheskoe obespechenie modernizacii transportno-tekhnologicheskikh mashin ustanovkoj elektroprivoda: special'nost' 4.3.1 «Tekhnologii, mashiny i oborudovanie dlya agropromyshlennogo kompleksa»: avtoref. ... kand. tekhn. nauk. – M., 2024. – 28 s. [in Russian]

ЗАМАНАУИ ЭЛЕКТРЛЕНДІРІЛГЕН ЖЕР ҮСТІ КӨЛІК-ТЕХНОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫҢ КОНСТРУКЦИЯСЫН ТЕРЕНДЕТІП ОҚУҒА АРНАЛҒАН ОҚУ СТЕНДІ

Дидманидзе О.Н.¹, техника ғылымдарының докторы, профессор

Митягин Г.Е.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

Пуляев Н.Н.¹, техника ғылымдарының кандидаты, қауымдастырылған профессор

Бисенов М.К.², техника ғылымдарының кандидаты

Бекжанов С.Ж.³ PhD, қауымдастырылған профессор

¹*Ресей мемлекеттік аграрлық университеті –К.А. Тимирязев атындағы МАША, Мәскеу қ. Ресей*

²*Қызылорда ашық университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

³*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

Андатпа. Қолданыстағы машина паркінің энергия тиімділігін және қоршаған ортаға зиянсыздығын арттыру үшін электр жетектерін орнату арқылы машина-трактор паркін жаңартуға қызығушылықтың артуы жағдайында электрлендірілген жер үсті көлік-технологиялық құралдардың конструкциясын (ЭЖКТҚК) терендетіп оқытуға арналған оқу стендтерін әзірлеу маңызды білім беру бастамасына айналды. Автомобиль өндірушілері ғана емес, сонымен қатар тракторлар, комбайндар және ауылшаруашылық машиналарын өндірушілер шассиді немесе жұмыс бөлшектерін басқару үшін электр қозғалтқыштарын пайдалануға ауысатындықтан, жоғары вольтты жүйелер мен батареяларды басқару жүйелерін қоса алғанда, ЭЖКТҚК технологияларының ерекшеліктерін жақсы меңгерген білікті техникалық мамандарға шұғыл қажеттілік туындайды. Мұндай өтпелі кезең тек мамандандырылған оқытудың маңыздылығын ғана емес, сонымен бірге өзгермелі еңбек нарығының талаптарына болашақ мамандарды дайындау үшін оқу бағдарламалары мен нысандарды бейімдеу қажеттілігін көрсетеді. ЭЖКТҚК жобалауда жоғары вольтты жүйелердің болуымен байланысты тәуекелдерге байланысты техникалық мамандарды даярлауда қауіпсіздік техникасының жоғары басымдығы болып табылады. Сондықтан 23.05.01 «Жер үсті көліктік-технологиялық құралдар» мамандығы үшін «Электромобильдерді және гибридті күштік қондырғылардың конструкциясы және

техникалық пайдалану» пәнінен және 23.03.03 «Көлік-технологиялық машиналар мен кешендерді пайдалану» бағыты бойынша бакалаврлар үшін «Біріктірілген электр қондырғылары мен электромобильдерді жобалау және техникалық пайдалану» пәнінен жұмыс бағдарламаларын әзірлеу кезінде ЭЖКТҚК нақты бөлімшелерімен және құрамдас бөліктерімен тікелей байланысқа ғана емес, сонымен қатар қауіпсіздік шараларын қатаң сақтауға және оқытушыларды оқытуға баса назар аударылады. Стенд конструкцияларына қауіпсіздік шараларын енгізу студенттерді нақты әлемдегі қиындықтарға дайындауға және жұмыс орнындағы қауіпсіз тәжірибеге жауапкершілікпен қарауға деген ұмтылысты көрсетеді. Өзірленген стендтің тәрбиелік мәні техникалық дағдыларды дамытудан да асып түседі, өйткені ол сонымен қатар ЭЖКТҚК-тің энергия тиімділігі мен қоршаған ортаға зиянсыздығы мәселелерін қарастырады. Агроинженерлер-мамандарын заманауи оқу бағдарламалары мен өзекті материалдық-техникалық қамтамасыз етуді пайдалана отырып, саланың қазіргі сұраныстарына жауап беріп қана қоймай, сонымен қатар перспективалы ЭЖКТҚК пайдалану үшін ауысуға дайын екенін көрсетеді.

Тірек сөздер: электрлендірілген жер үсті көліктік-технологиялық құрал, электромобиль, стенд-тренажер, білім беру процесі, конструкция, техникалық пайдалану.

TRAINING BENCH FOR IN-DEPTH STUDY OF THE DESIGN OF MODERN ELECTRIFIED GROUND TRANSPORT AND TECHNOLOGICAL VEHICLES

Didmanidze O.N.¹, doctor of technical sciences, professor
Mityagin G.E.¹, candidate of technical sciences, associate professor
Pulyaev N.N.¹, candidate of technical sciences, associate professor
Bisenov M.K.², candidate of technical sciences
Bekzhanov S.Zh.³, PhD, associate professor

¹*Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy; Moscow, Russia;*

²*Kyzylorda Open University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan*

³*Korkyt Ata Kyzylorda University, Kyzylorda, Republic of Kazakhstan*

Abstract. The development of educational benches for an in-depth study of the construction of electrified ground transport and technological vehicles (EGTTVs) has become an important educational initiative amidst growing interest in upgrading agricultural machinery through the installation of electric drives to enhance energy efficiency and environmental sustainability. As not only car manufacturers but also tractor, combine harvester, and farm equipment producers are transitioning to using electric motors for driving both moving parts and working elements, there is a pressing need for qualified technical specialists who have a thorough understanding of EGTTV technologies, including high-voltage systems and battery management systems. This shift underscores not just the importance of specialized education but also the necessity to adapt curricula and infrastructure to prepare future professionals for evolving labor market demands. Safety remains a top priority when educating technical personnel due to risks associated with high-voltage systems present in EGTTV designs. Consequently, the curriculum includes disciplines such as «Construction and Technical Operation of Electric Vehicles and Hybrid Power Units» for undergraduate program 23.05.01 «Ground Transport and Technological Equipment», and «Construction and Technical Operation of Combined Energy Installations and Electric Cars» for bachelor's degree programs under code 23.03.03 «Operation of Transport and Technological Machines and Complexes». These courses emphasize direct interaction with real-life EGTTV components alongside strict adherence to safety protocols and instructor preparation. Integrating safety measures into the structure of the benches reflects commitment to equipping students with skills relevant to industry challenges and promoting responsible workplace habits. Beyond developing technical proficiency, this educational resource addresses broader issues related to energy efficiency and ecological sustainability of EGTTVs. By utilizing contemporary teaching methods and state-of-the-art facilities, we can contribute to building a workforce that meets current industry needs and is prepared to lead the adoption of advanced EGTTVs.

Keywords: electrified ground transport and technological vehicle, electric vehicle, training bench, educational process, design, technical operation.

РАЗРАБОТКА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРИГОТОВЛЕНИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГЕЛИОСУШКИ БЕЛКОВО-ВИТАМИННОЙ ДОБАВКИ ИЗ ЛИСТОВОЙ МАССЫ ЛЮЦЕРНЫ В ВАККУМ-УПАКОВКЕ

Жортуылов О.¹, доктор технических наук, академик НААН РК
ozhortuylov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-5365-4989>.

Жуматай Г.С.¹, кандидат технических наук, член корреспондент НААН РК
gani_shek@mail.ru <https://orcid.org/0000-0003-4196-5987>

Кульшикова Э.С.², докторант
diasdias2323@mail.ru <https://orcid.org/0009-0001-9411-4695> Scopus Author ID

Мошанов К.А.³, докторант
kanat_m@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-0186-0905>

Балгабаев М.А.⁴, кандидат технических наук
balgabaev.1972@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-3870-7-138>

Садыкова А.В.⁵, Ученица 11 «О» класса
alishasadykova@gmail.com

¹ТОО «Научно-производственный центр агроинженерии», г. Алматы, Казахстан

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

³Казахский национальный исследовательский технический университет имени К.И. Сатпаева,
г. Алматы, Казахстан

⁴Кызылординский университет им. Коркыт Ата, г. Кызылорда, Казахстан

⁵Назарбаев Интеллектуальная школа естественно – математического направления, г. Алматы,
Казахстан

Аннотация. Обоснованы параметры рабочих органов машины для уборки листовой массы (очесывателя), барабанной сушилки и упаковщика листовой массы в вакуум-упаковке. Разработаны чертежная документация и изготовлены экспериментальные образцы технических средств.

В результате проведенных лабораторно-полевых испытаний машин установлено, что машина для уборки листовой массы очесывает листовую массу люцерны, отделяет от стеблей и загружает в бункер-накопитель, одновременно скашивая стебли на высоте 8-10 см с укладкой в прокос. На стационаре листовая масса загружается в бункер барабанной сушилки при активном перемешивании с использованием гелиосушки коллектора и листовая масса подсушивается до определённой влажности. Применение гелиоколлектора снижает затраты электроэнергии на сушку в 1,5-2,0 раза.

Упаковщик фасует листовую массу люцерны в контейнеры из полиэтиленовой пленки, упаковывает ее под вакуум, уложенные в мешки емкостью 25 или 50 кг. Листья содержат в 6–10 раз больше каротина, в 2–3 раза больше протеина и в 2–3 раза меньше клетчатки, чем стебли. При хранении БВД в вакуумной упаковке потери каротина и протеина исключаются.

Ключевые слова: очесыватель, сушильная установка, упаковщик, листовая масса, люцерна, гелиоколлектор, вакуум.

Введение. В настоящее время поголовье коров в Республике Казахстан насчитывает 8 490,7 тыс. голов, из них в хозяйствах населения 3 884 тыс. голов, в крестьянско-фермерских хозяйствах 3 745 тыс. голов, а в сельхозформированиях 867 тыс.голов. Основными производителями молока является хозяйства населения, чьи коровы недополучают сенаж и силос, а поддерживают свою жизнедеятельность за счет грубого сена. Продуктивность животных очень низкая, т.к. в кормовом рационе КРС отсутствуют сенаж и силос, являющиеся наиболее близкими к зеленым кормам по питательной ценности. Средний удой молока на корову составляет 2341 кг [1].

С целью повышения надоя молока в рационах коров используют много концентрированных кормов, содержащих высокий уровень крахмала, что часто приводит к

ухудшению здоровья коров, вплоть до их гибели. В кормах также наблюдается дефицит каротина, что также негативно влияет на их здоровье. Решение проблемы нормализации пищеварения у коров с высокой продуктивностью представляет для практиков сложную задачу, т.к. требует существенного совершенствования всех этапов выращивания, заготовки и использования кормов. Один из путей улучшения ситуации - это использование в рационе коров белково-витаминной добавки (БВД) в виде сенажа, травяной муки и гранул [2].

Белково-витаминная добавка (БВД) – однородная смесь высокобелковых кормов, минеральных и биологически активных веществ, предназначенная для обогащения комбикормов и кормосмесей протеином, макро-и микроэлементами, витаминами и другими веществами. Состав БВД должен быть таким, чтобы после введения в кормосмесь животные были бы обеспечены всеми необходимыми питательными и биологически активными веществами.

В Казахстане наиболее ценной из многолетних трав (люцерна, клевер, эспарцет, донник и др.) по содержанию протеина, каротина, витаминов и минеральных веществ является люцерна. Ее называют королевой кормовых культур [3]. Зеленая масса ее пригодна для приготовления белково-витаминной муки, сена, силоса, сенажа, гранул и брикетов, протеиновых концентратов и т.д. В республике намечено увеличить посевные площади под эту культуру более 3,4 млн.га.

Травяная мука – это ценный белково-витаминный продукт, полученный путем искусственной сушки и дробления свежескошенных трав. Ее используют в качестве БВД к кормам для всех видов животных. В рационах коров его можно заменить до 40% зерновых концентрированных кормов. В состав комбикормов для свиней включают 10-15% травяной муки, для сельскохозяйственной птицы – 3-5%, для кроликов – до 10%.

Во времена СССР для приготовления травяной муки применяли комплекс машин, оборудования: АВМ-0,4, АВМ-0,65 и АВМ-1,5, имеющих общую массу 13,5-36,0 т. [4].

К недостаткам этого способа являются высокая также энергоемкость процессов приготовления муки. На 1 т витаминной травяной муки в зависимости от исходной влажности расходуется от 130 до 470 кг дизтоплива, 85-170 кВт.ч. электроэнергии. [5].

Травяную муку и гранулы готовят в весенне-летний период, а используют преимущество в осенне-зимних рационах, т.е. с момента приготовления до скармливания проходит 7-9 месяцев. При обычных способах хранения травяной муки даже при затаривании ее в бумажные мешки потери каротина составляют 50-70%, а гранул – 50% [4]. Каротин разрушается в результате окисления кислородом воздуха, а усиливают окислительные процессы повышенная температура, свет, влага и т.д.

Травяную муку в рационах свиней и птицы используют в ограниченном количестве (не более 5-7%) из-за сравнительно высокого содержания клетчатки, которая в обычной травяной муке составляет 25-30%. Часто клетчатка, которую птица не переваривает совсем, а свиньи – плохо, не позволяет полностью сбалансировать рационы по каротину, другим витаминам и микроэлементам, так как ее содержание в рационе превышает допустимые нормы [6].

В 90-е годы цена на ГСМ и тарифы на электроэнергию выросли. Серийный выпуск сушилки типа АВМ в Прибалтике был прекращен. В Казахстане была приватизация совхозов и колхозов. Многие хозяйства сдали в «Чермет» все агрегаты по производству витаминно-травяной муки и приготовление ВТМ в Республике был прекращен.

В НПО агроинженерии был разработан способ приготовления витаминно-травяной (сенной) муки [7]. Способ включает скашивание трав с укладкой в прокос и сушку до влажности 30-35%, подбор трав с прокоса с измельчением их на 200-300 мм, погрузка в транспортные средства и транспортировка под навес, высушивание трав на малогабаритном подстожном канале до влажности 12-14%, далее измельчение сена трав в безрешетном измельчителе на отрезки до 20-30 мм, сепарирования мелко измельченной листовой части трав и ее измельчение в муку в решетном измельчителе грубых кормов. При этом все

операции осуществляются за 12-15 часов, ожидаемые потери каротина и витаминов составит около 30%. Способ позволяет готовить сеной муки с содержанием до 250 мг/кг каротина.

Недостатком технологии приготовления сеной муки и гранул являются: потери, составляющие до 10-15% протеина и каротина 30- 40% при хранении в течение 6-9 месяцев для приготовления комбикормов и большие затраты на сушку сена и измельчение массы в муку. Балгабаев М.А. (2010) разработал устройство для подбора осыпавшейся массы люцерны в емкость при прессовании рулонными вальцовыми пресс-подборщиками [8]. Собранные листья и соцветия использовались для кормления животных и птиц.

Гипотеза планируемых исследований для получения высококачественной белково-витаминной добавки. В обычной травяной муке из цельных растений содержание клетчатки составит 25-30%, которую в рационах птиц и свиней используют в ограниченном количестве, не более 5-7% [6].

Снижение клетчатки в сырье обеспечивается фракционной уборкой листьев и стеблей по отдельности. Многими исследователями установлено, что в листьях каротина содержится больше в 6-10 раз, протеина в 2-3 раза, а клетчатки – в 2-3 раза меньше, чем в стеблях [6]. Отсюда следует, что из листьев целесообразнее готовить белково-витаминную добавку, а из стеблей – с большим содержанием клетчатки приготавливать корм для жвачных животных. Последние клетчатку переваривают хорошо, а при скармливании в большом количестве будет полностью удовлетворена потребность в каротине и протеине и других витаминах.

БВД необходимо подсушить до определенной влажности и обработать таким образом, что можно было хранить в течение года без снижения ее качества. Для этой цели подходит способ хранения продукции вакуумной упаковке.

Значимость работы. По результатам исследования будут разработаны технология и технические и изготовлены для приготовления белково-витаминной добавки (БВД) из листовой массы бобовых трав с досушиванием до заданной влажности с применением гелиоколлектора, упаковкой для хранения под вакуум в мягкие контейнера емкостью 25÷50 кг. Будут проведены производственные и приёмочные испытания опытных образцов технических средств, опубликованы статьи в рецензируемых научных изданиях, изданы рекомендации и подана заявка на получение патента РК на изобретение. БВД может использоваться для скармливания дойных КРС, овец, коз, лошадей. Также служит кормом для свиней, кроликов, птицы и т.д.

Целевые потребители БВД – агроформирования, малые фермерские хозяйства и хозяйства населения. При заготовке БВД из листовой массы люцерны без грубых стеблей, упакованных в мягкие полиэтиленовые контейнеры с вакуумированием, повышается качество корма, который не требует измельчения и раздаётся животным в свежем виде в рассыпную. Контейнеры с БВД могут храниться неограниченное время и транспортироваться на любые расстояния, т.к. они предварительно закладываются в транспортные мешки емкостью 25÷50 кг, не требуют специальных погрузчиков.

Объект исследования. Технологические процессы очесывания листовой массы, высушивания для определенной влажности, с использованием гелиосушки и упаковки в вакуумируемые контейнеры.

Предмет исследования. Закономерности, характеризующие влияние конструктивных параметров очесывателя, сушильной установки и упаковщика листовой массы на качественные показатели БВД.

Цель — Разработка технических средств для приготовления с использованием гелиосушки белково-витаминной добавки из листовой массы люцерны в вакуум-упаковке.

Задачи исследований

2024 год – Анализ научно-технической литературы патентных и информационных материалов по техническим средствам для приготовления белково- витаминной добавки (БВД) из листовой массы люцерны в вакуум-упаковке.

Обоснование параметров рабочих органов технических средств (очесывателя, барабанной

сушилки и вакуум упаковщика) для приготовления БВД из листовой массы в вакуум-упаковке.

Разработка технических требований и чертежной документации на изготовление экспериментальных образцов технических средств.

2025 год – Изготовление экспериментальных образцов машин технических средств и проведение их производственных испытаний.

2026 год – Разработка технических заданий и конструкторской документации на опытные образцы технических средств для приготовления БВД.

Разработка технической документации (КД, технический паспорт, инструкция по эксплуатации. Закуп материалов и комплектующих на изготовление опытных образцов технических средств для приготовления БВД с доработкой их конструкции из экспериментальных машин.

Проведение приемочных испытаний технических средств для приготовления БВД и оформление протоколов приёмочных испытаний. Оформление рекомендации по применению БВД в хозяйствах РК.

Научная новизна – для приготовления белково-витаминной добавки применяется **листовая масса люцерны**, в которых каротина содержится больше в 6-10 раз, протеина в 2-3 раза, клетчатки – в 2-3 раза меньше, чем в стеблевой части.

Для этого листовая масса люцерны в фазе бутонизации убирается на корню гребенками очесывателя, загружается в бункер, проветриваясь, транспортируется к месту сушки. Одновременно стебли скашиваются и укладываются в прокос для досушивания на сено. На стационаре листовая масса досушивается до заданной влажности, с использованием гелиосушки и упаковывается в вакуум-упаковку. БВД высокого качества в упаковке массой 25 и 50 кг сохраняется в анаэробных условиях, без потери качества до использования.

Материалы и методы исследования. Методика теоретических исследований очесывателя на применении и основных положений теоретической механики, теории механизмов сельскохозяйственных машин. Экспериментальные исследования проводятся с применением классического метода проведения экспериментов, при определении энергетических показателей используются методы тензометрирования, оценка агротехнических показателей проводится с использованием нормативной документации. Оценка достоверности результатов проводится методами математической статистики. При расчетах используются программные средства Excel и Statistika.

При производственных испытаниях очесывателя листовой массы люцерны проводили методы определения функциональных показателей ГОСТ [9]:

Полеглость травостоя $П_{пол.}$, % вычисляют по формуле:

$$П_{пол.} = \frac{\bar{l} - \bar{l}_1}{\bar{l}} 10^2, \quad (1)$$

где \bar{l} – средняя высота растений в выпрямленном состоянии, см; \bar{l}_1 – средняя высота растений в естественном состоянии, см;

Густоту травостоя $n_{тр}$, шт/м², вычисляют по формуле:

$$n_{тр} = \frac{n_p}{S}, \quad (3)$$

где n_p – число стеблей растений на учетной площадке, шт; S – площадь учетной площадки, м².

Урожайность травы Y , т/га, в пересчете на 18% влажность вычисляют по формуле:

$$Y = \frac{Y_1(100 - w_1)}{100 - w}, \quad (4)$$

где Y_1 – урожайность травы при фактической влажности, т/га; w_1 – влажность травы фактическая, %; w – влажность травы, равная 18%.

Определение показателей качества выполнения технологического процесса:

Потери по видам P_{vi} , вычисляли по формуле:

$$P_{ei} = \frac{M_{ni}}{S_0} = 10^{-2}, \quad (9)$$

где M_{ni} – средняя масса i -го вида потерь, собранных с учетных площадок, г; S_0 – площадь учетной площадки, м².

Результаты и их обсуждение. Из анализа научно-технической литературы выяснили, что «АСК-групп» (Россия) разработала комплексную линию по производству травяной муки в гранулах. В комплексную линию входят: участок приемки и дозировки сырья, универсальный теплогенератор (газ/топливные гранулы), реконструированный сушильный барабан АВМ-1,5, участки измельчения, гранулирования и упаковки готовой продукции. Общая установленная мощность электрооборудования – 250 кВт, на получение 1 т продукции расход электроэнергии составляет 140 кВт/ч, расход газообразного топлива – 250 м³, твердого – 450 кг. Линию в смену обслуживают два человека [10].

ООО «ФХ «Глебовское» применяет это оборудование ООО «АСК-групп» для приготовления кормов трав методом искусственной сушки, и является производителем витаминной травяной муки в гранулах из однолетних и многолетних бобовых и бобово-злаковых трав. Выпускается витаминная травяная мука в гранулированном виде и соответствует ГОСТ Р 56383-2015. [11]. Также производят и продают сенные гранулы, произведенные из сена сеянных многолетних бобово-злаковых трав. Недостатком технологии приготовления травной муки и гранул являются потери при хранении каротина – 30-40% и протеина – 10-15%.

Во «ВНИИ кормов» им. В.Р.Вильямса (Россия) Отрошко С.А. (2002) установил, что из верхней листовой массы люцерны, можно приготовить на АВМ высококачественную травяную муку, содержащую 23...28% сырого протеина, 15...18% сырой клетчатки, питательностью 12...13 М Дж ОЭ в 1 кг сухого вещества. Из стеблей люцерны получили сено, содержащее 9...11% сырого протеина, питательностью 0,4...0,6 кормовых единиц (7-9 МДж ОЭ) в 1 кг сухого вещества. Жвачные животные поедали сено охотно [12].

Бондарев В.(2005) разработал технологию приготовления высокобелковой травяной муки из листовой массы путем среза верхней части растения и измельчения, а нижняя стеблевая часть скашивается и сушится на сено. [13]. Затраты энергии на сушку травы снизились значительно, но недостатком являются потери каротина на 30% и протеина на 10% при хранении травяных гранул в мешках в течение года.

Капустин Н.Ф. (1999) применил гелиоподогреватель воздуха при досушивании сена активным вентилированием, а Эрк Ф. (2015) и Папушин Э.Л. (2015) применили гелиоподогреватель для сушки семян трав [14, 15]. В работе Косолаповой Е.В. (2014) приведено силосование зеленой массы с использованием вакуумирования, которое позволяет быстро и с меньшей трудоемкостью создать безвоздушную среду и уплотнить зеленую массу за счет разного давления [16]. Некрашевич В.Ф. (2017) и др. разработали способ приготовления и хранения силосованного корма в мягких контейнерах из воздухо непроницаемой плёнки [17].

Хазимов М.Ж. (2019) с Некрашевичем В.Ф. (2019) и др. разработали комплект машин и оборудования для силосования зеленой массы растений в мягких вакуумируемых контейнерах, приготовление силоса производится в полевых условиях [18]. Найти

В КазНИИМЭСХ разработаны экспериментальные образцы очесывающего механизма для уборки колосьев зерновых культур [19] машины для уборки листовой массы и семян люцерны, оборудованный резиновыми гребенками [20 Куаныш], чистота очеса которой массы составляет до 75%, и машины с щеточным барабаном, чистота очеса листовой массы снижается до 60%. [21 [патент]]. На полегшем травостое капроновые щетки очесывают листья и семена растений на половину их высоты.

В настоящее время используются очесывающие жатки с активными рабочими органами

(гребенками), закрепленными на вращающемся барабане, разработанные компаниями «Shelbourne Reynold Inc.» (Великобритания), «Укр.Агросервис» (Украина), «Пензмаш» (Россия) [22].

Принимаем за прототип конструктивно-технологическую схему очесывающего барабана, реализованную в навесной очесывающей жатке типа «ОЗОН» производства «Пензмаш», где ротор выполняет функции как очесывающего, так и транспортирующего устройства. Очесывающий барабан имеет рабочий диаметр около 600 мм и частоту вращения 540 об/мин. Гребенки по своей форме представляют пальцы – зубья равного сопротивления, имеющие у основания ловитель колосков в виде замочной скважины. Барабан вращается снизу вверх по ходу движения машины, обеспечивают прорезы гребенки надежные обрывания листьев и семян и сбор отделившихся семян. Кожух закрытого сверху очесывающегося устройства не дает падать семенам на землю во время очесывания. Гребенки жатки очесывающего типа ОЗОН изготавливаются штамповкой из нержавеющей стали. Для надежной работы очесывающего барабана скорость гребенки должна составлять 14-17 м/с. Скорость воздушного потока на входе должна быть выше, чем на выходе и должна быть не менее 5 м/с. Качество уборки листовой массы люцерны зависит от высоты роста растений, на которой производится сбор необходимой продуктивной части продукции. При уборке листовой массы люцерны способом очеса растений на корню, данной высотой будет являться высота начала контакта очесывающей гребенки с наклоненным растением $h_{очес}$. После схода с нижней кромки обтекателя, растение удерживается в отклоненном положении очесывающим ротором (рисунок 1) [23].

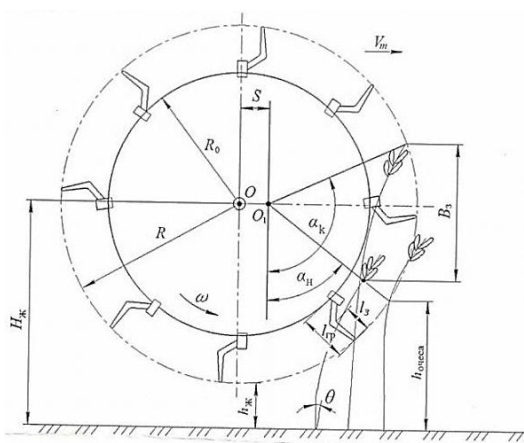


Рисунок 1 – Схема к определению $h_{ж}$ расстояния от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя

Как видно из рисунка (1), справедливо равенство:

$$h_{ж} + R = h_{очеса} + R \cos \alpha_n, \quad (1)$$

где $h_{ж}$ – расстояние от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя, м;
 $h_{очеса}$ – высота очеса (расстояние от поверхности поля до гребёнки в положении угла начала очеса α_n), м.

Расстояние от поверхности поля до гребёнки в нижнем положении очесывателя $h_{ж}$ равно:

$$h_{ж} + R = h_{очеса} + R \cos \alpha_n - R, \quad (2)$$

Высота очеса $h_{очеса}$ определяется:

$$h_{очеса} = h_{ср} \sin \theta \quad (3)$$

где h_{cp} – средняя высота растений, исходя из морфологических признаков убираемой культуры, м; θ – угол наклона растения при взаимодействии с обтекателем, град.

Высоту $H_{жс}$ установки очёсывателя от центра ротора до поверхности поля определяем по формуле:

$$H_{жс} = h_{жс} + R \quad (4)$$

Определение количества рядов гребёнок ротора

Уравнение для расчета количества рядов гребёнок z_p очёсывающего ротора определяем [23]:

$$z_p = \frac{2\pi V_m n_{об}}{l_s \omega}, \quad (5)$$

где, $n_{об}$ – частота вращения очёсывающего ротора, об/мин, z_p – расчетное значение количества рядов гребёнок очёсывающего ротора, шт.

Зная количество рядов z , возможно определить число прочесов одной гребёнкой $z_{пр}$ за единицу времени t , для этого составим соотношение:

$$z_{пр} = \frac{n_{об}}{60} \quad (6)$$

Расстояние, пройденное очесывателем S за единицу времени t , определяется по формуле:

$$S = \frac{2\pi R}{\lambda} \quad (7)$$

Определим расстояние, пройденное очесывателем $S_{п}$ за один прочёс ротора, по формуле (рисунок 2) [24]:

$$S_{п} = \frac{S}{z_{пр}} \quad (8)$$

где, $S_{п}$ – расстояние, пройденное очесывателем за один прочёс ротора, м.

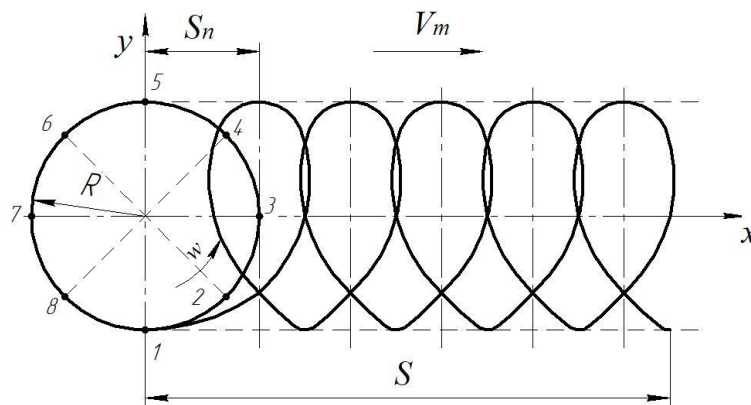


Рисунок 2 – Схема для определения количества прочесов гребенками очесывающего ротора при его движении

Определено значение количества рядов гребёнок очёсывающего ротора $z_p = 7,5$ шт. На основании расчетов примем количество рядов гребёнок очёсывающего ротора $z = 8$ шт. Разработана чертежная документация на технические средства и изготовлены

экспериментальные образцы очесывателя, барабанной сушилки с гелиоколлектором и упаковщика листовой массы люцерны в вакуум-упаковку.

Проведены производственные испытания очесывателя в КХ «Мухамедиев Ч.К.» Енбекшиказахского района Алматинской области, а лабораторно-полевые испытания барабанной сушилки и упаковщика – в экспериментальном цехе центра и в мастерской лаборатории. Во время испытаний определено качество выполнения технологического процесса очесывания листовой массы люцерны и кошения стеблей травы с укладкой в прокос показатели работы очесывателя приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1– Условия проведения производственных испытаний

Параметры	Значение параметров
Травостой	люцерна
Высота люцерны, см	от 35 до 75
Густота растений, шт/м ²	172,0
Влажность травы, %	67,0
Относительная влажность воздуха, %	51,0
Температура воздуха, °С	28,0
Полеглисть травостоя, %	2,0
Урожайность при фактической влажности, т/га	8,0

Метеоусловия: относительная влажность воздуха составляла Н=51%, t= 28⁰С, скорость ветра – 0,1 м/с, Р= 670 мм рт.ст.= 89,3 кПа.

Таблица 2 – Результаты испытаний экспериментального образца очесывателя

Параметры	Значение параметров
1	2
Средняя высота люцерны, см	60,0
Высота установки центра вала от поверхности почвы очесывающего барабана, см	40,0-45,0
Фактическая ширина захвата, м	2,0
Диаметр очесывающего барабана, мм	700,0
Расстояние между гребенками, мм	8,0
Длина гребней, мм	160,0
Высота среза стеблей люцерны, см	9,0-12,0
Частота вращения вала барабана, об/мин	645,0-750,0
Чистота очеса, %	80,0-95,0
Скорость движения очесывателя, м/с	1,0...1,4
Частота вращения очесывающего барабана, мин ⁻¹	645,0-750,0
Эксплуатационно-технологические показатели	
Производительность за 1 ч, га/ч:	
- основного времени	1,1
- сменного времени	0,9
- эксплуатационного времени	0,8
Коэффициент надежности технологического процесса	0,9

В период производственных испытаний экспериментального образца очесывателя не наблюдалось недостатков, способствующих нарушению технологического процесса для которого она предназначена. Для снижения потерь листовой массы очесывающий барабан необходимо закрыть обтекателем, установленного с возможностью перемещения посредством гидроцилиндра (рисунок 3).



Рисунок 3 – При очесывании листовой массы люцерны 3 укоса в КХ «Мухамедиев»

Производственные испытания экспериментальных образцов барабанной сушилки с гелиоколлектором и упаковщика листовой массы люцерны в вакуум-упаковке (контейнере) проводились в мастерской лаборатории НПЦ агринженерии при метеоусловиях: относительная влажность воздуха – 55%, температура – 25⁰С, давление – 94,0 кПа =700 мм рт.ст. Экспериментальный образец барабанной сушилки с гелиоколлектором приведен на рисунке 4).



Рисунок 4 – Экспериментальный образец барабанной сушилки с гелиоколлектором

Характеристика барабанной сушилки приведена на таблице 3.

Таблица 3 – Характеристика барабанной сушилки

Показатели	Ед.изм.	Показания
Диаметр цилиндра барабана	м	0,8
Длина цилиндра	м	4,0
Частота вращения барабана	об/мин	2,0- 4,0
Высота барабана над землей	м	1,5
Скорость движения сушильного воздуха в барабане	м/с	3,0-4,4
Толщина осыпаемого слоя материала в барабан	мм	10-15
Степень заполнения барабана	%	8-10
Производительность сушилки	кг/ч	80-90
Угол наклона осей к горизонту	град	до 6

По технологии приготовления БВД период между уборкой листовой массы и ее сушкой (включая период хранения на площадке у сушильного агрегата) не должен превышать 2-3 часов. Поэтому через 2-3 часа выгружали листовую массу и транспортировали ее к сушильному барабану. Упаковщик листовой массы люцерны в вакуум-упаковке (контейнере). В циклоне измеряются температура и влажность листовой массы люцерны. Предварительно подготавливаются мягкие контейнеры рукава из поливинилхлоридной пленки толщиной 0,1-0,2 мм, запаянным концом вниз, и ставятся в мешки.

Заключение. Из анализа проведенных патентных исследований, аналитического обзора по технологии и техническим средствам для приготовления БВД из листовой массы люцерны выявлено, что недостатками известных технологий приготовления сеной муки и гранул являются большие потери протеина и каротина. За год хранения теряются 10-15% протеина и каротина – 30-40%. В Республике Казахстан отсутствуют способ и технические средства для устранения потерь.

Для приготовления БВД были изготовлены экспериментальные образцы машин технических средств (очесыватель, барабанная сушилка и упаковщик листовой массы люцерны) для приготовления белково-витаминной добавки из люцерны. Проведены производственные испытания экспериментального образца очесывателя в КХ «Мухамедиев Ч.К.» Енбекшиказахского района Алматинской области. При работе частота вращения барабана очесывателя составляет в пределах 645-750 об/мин, скорость движения очесывателя 1,4 м/с, чистота очеса составляет 90,0%. Пробы собранной листовой массы люцерны сдали на экспертизу в лабораторию КазНИИЖиК. Анализ листовой массы из люцерны на натуральную влажность и абсолютно-сухом состоянии показал содержание протеина 23,78%, клетчатки 12,73% и каротина 35,67 мг (%)RFV (относительная кормовая ценность в кормах) 331,55%.

Разработаны технические задания на опытные образцы машин технических средств для приготовления белково-витаминной добавки. Оформлена и подана заявка на изобретение для получения патента РК: «Способ приготовления и хранения белково-витаминной добавки (БВД) из листовой массы бобовых трав в вакуум-контейнерах».

В 2026 году будут: изготовлены опытные образцы машин с доработкой из экспериментальных образцов, проведены производственные и приемочные испытания их, проекты технических условий на машины.

Финансирования. Работа выполняется в рамках программно-целевого финансирования МПС РК по научно-технической программе ИРН BR23992300 «Разработка и совершенствование технических средств и технологического оборудования, обеспечивающих реализацию научно-обоснованных технологий производства продукции животноводства» (2024-2026 годы).

Литературы:

- [1] Статистика Казахстан: <https://stat.gov.kz/> [https:// dairynews.today](https://dairynews.today).
- [2] Федорова, З.Л., Романенко Л.В. Белково-витаминная добавка для высокопродуктивных молочных коров // Генетика и разведение животных, 2017. – №3. – С.78-81.
- [3] Жаринов, В.И., Клюй В.С. Люцерна. – Киев: Урожай, 1983. – 239 с.
- [4] Кольвах, И.А. Технология производства травяной муки. – М.: Высшая школа, 1982. – С.134-135.
- [5] Долговец, А.П. Внедрение энергосберегающих технологий – важное условие повышения эффективности кормопроизводства // Механизация сельского хозяйства, 1988. – №2. – С.17-18.
- [6] Валушис, В. Технология уборки консервирования и хранения кормов /Под ред. И.Блажек. – М.:Агропромиздат, 1985. – С.94-95

[7] Патент KZ 30917, Республика Казахстан МПК А23К 1/00, А23К 1/14, Способ приготовления витаминно-травяной муки/ Эбілжанұлы Токтар, Жортуылов Омирсерик, Солдатов В.Т., Утешев В.Л., Абижанов Д.Т., Нурлыбаев К.К., Альшурина С.С.; заявитель и патентообладатель: ТОО «КазНИИМЭСХ»; заявл.2013/0545.1 от 23.03.2013, опубл. 15.07.2016., бюл.№8– 8с.

[8] **Балгабаев, М.А.** Совершенствование технологического процесса прессования сена рулонным пресс-подборщиком, снижающим потери листьев и соцветий: автореф. ...к.т.н.:05.20.01.– Алматы: Издательская компания «Раритет», 2010. – 22 с.

[9] ГОСТ 28722. Техника сельскохозяйственная. Косилки и косилки-плющилки. Методы испытаний. Введ.2020-07-01.–Москва: Стандартинформ, 2019.– 35 с.

[10] **Кайнов, А.** Комплексная линия по производству травяной муки //Комбикорма.– №4.– 2012.– С.41-42

[11] ООО «ФХ ГЛЕБОВСКОЕ»: производство витаминной муки [[электронный ресурс](https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html)]: <https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html>

[12] **Отрошко, С.А.** Разработка технологии и средств механизации для производства высокобелковой травяной муки из листовой массы бобовых трав: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.02.02 / Всерос. науч.-исслед. и-т кормов им. В. Р. Вильямса. – Москва, 2002. – 22 с. <https://dlib.rsl.ru/01002300719>.

[13] **Бондарев, В.А.** Приготовление травяной муки из бобовых трав // Комбикорма, 2005. – №2. – С.62-63.

[14] **Капустин, Н.Ф.** Интенсификация процесса досушивания сена активным вентилированием путем использования теплоподогревателя воздуха. – автореф. дисс. ...канд.техн.наук.: 05.20.01. – Минск, 1999. – 21 с.

[15] **Эрк, А.Ф., Папушин Э.А.** Сушка семян трав с использованием гелиоколлектора // Сборник научных трудов ИАЭП, 2015.– Вып.87. – С.254-258.

[16] **Косолапова, Е.В.** Силосование зеленой массы с использованием вакуумирования // Кормопроизводство, 2014. – №7. – С.39-41.

[17] **Некрашевич, В.Ф.** Использование вакуума при уплотнении силосуемой массы в контейнерах из воздухонепроницаемой пленки / В.Ф. Некрашевич, А.С. Попов, К.С. Афанасьева. - DOI 10.18286/1816-4501-2017-3-159-162. – Текст: электронный // Вестник Ульяновской государственной сельскохозяйственной академии: научно-теоретический журнал. – Ульяновск : УлГАУ, 2017. – №3 (39), июль-сентябрь. – С. 159-162. - URL: <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/1469>

[18] Патент № 33744, Республика Казахстан, МПК А23К 30/10, А23К 39/10, А01F 25/16. Комплект машин и оборудования для силосования зеленой массы растений в мягких вакуумируемых контейнерах из воздухонепроницаемой пленки/ Некрашевич В.Ф. Некрашевич В.Ф., Торженева Т.В., Афанасьева К.С. Хазимов М.Ж., Хазимов К.М. и др. заявл.2018/0204.1 от 02.04.2018; опубл.12.07.2019, бюл. – №28.

[19] **Джамбуршин А.Ш.,** Турымбетова Г.Д. Эволюция очесывающих механизмов для уборки зерновых культур в Казахстане // Международная агроинженерия, 2016. – вып.1. – С.23-44.

[20] **Куаныш А.Г.** Разработка машины для уборки семян кормовых растений методом очеса на корню (на примере житняка): автореф. ...к.т.н.:05.20.01. – Алматы: Өнер, 2003. – 30 с.

[21] Патент № 32437, республика Казахстан, МПК А01D 41/08, А01D 43/077, А01D 45/00, А01D 45/30. Машина для уборки листьев и семян растений очесыванием на корню/ Жортуылов Омирсерик, Евтифеев А.Г., Солдатов В.Т., Алексеек А.А., Бекенов У.Е., Жуматай Г.С.: заяв.2015/1370.1 от 20.11.2015; опубл. 30.10.2017, бюл.№ 20.

[22] Современные очесывающие жатки: [Электронный ресурс]: АгроИнфо: информационная аграрная газета, 24.03.2018 г. С.1-3. <https://agroinfo.kz/sovremennye-ochesyvayushhie-zhatki/>

[23] **Летошнев М.Н.** Сельскохозяйственные машины: Теория, расчет, проектирование и испытания: – М.: Ленинград, 1955. – С.329-342.

[24] **Жортуылов О.Ж.,** Куаныш А.Г. Теоретические основы процесса очесыванием семян, листьев кормовых растений роторным рабочим органом // Вестник с/х науки Казахстана, 2001. – №11.– С.71-75.

References:

- [1] Statistika Kazahstan: <https://stat.gov.kz/> //dairynews.today. [in Russian]
- [2] **Fedorova Z.L.**, Romanenko L.V. Belkovo-vitaminnaia dobavka dlja vysokoproduktivnykh molochnykh korov // Genetika i razvedenie zhivotnykh.– №3.– 2017.– S.78-81. [in Russian]
- [3] **Zharinov V.I.**, Kluj V.S. Ljucerna. – Kiev: Urozhaj, 1983. – 239 s. [in Russian]
- [4] **Kol'vah I.A.** Tehnologija proizvodstva travjanoy muki. – M.: Vysshaja shkola, 1982. – S.134-135. [in Russian]
- [5] **Dolgov A.P.** Vnedrenie jenergosberegajushchih tehnologij – vazhnoe uslovie povyshenija jeffektivnosti kormoproizvodstva // Mehanizacija s/h. – №2. – 1988. – S.17-18. [in Russian]
- [6] **Valushis V.** Tehnologija uborki konservirovanija i hranenija kormov / Pod red. I.Blazhek. – M.: Agropromizdat, 1985. – S.94-95. [in Russian]
- [7] Patent KZ 30917, Respublika Kazahstan MPK A23K 1/00, A23K 1/14, Sposob prigotovlenija vitaminno-travjanoy muki / Äbilzhanuly Toqtar, Zhortuylov Omirserik, Soldatov V.T., Uteshev V.L., Abilzhanov D.T., Nurlybaev K.K., Al'shurina S.S.; zajavitel' i patentoobladatel': TOO «KazNIIMJeSH»; zajav. 2013/0545.1 ot 23.03.2013, opubl. 15.07.2016., bjul. №8 – 8s. [in Russian]
- [8] **Balgabaev M.A.** Sovershenstvovanie tehnologicheskogo processa pressovanija sena rulonnym press-podborshhikom, snizhajushhim poteri list'ev i socvetij: avtoref. ...k.t.n.:05.20.01. – Almaty: Izdatel'skaja kompanija «Raritet», 2010. – 22 s. [in Russian]
- [9] GOST 28722. Tehnika sel'skohozjajstvennaja. Kosilki i kosilki-pljushhilki. Metody ispytanij. Vved. 2020-07-01. – Moskva: Standartinform, 2019. – 35 s. [in Russian]
- [10] **Kajnov A.** Kompleksnaja liniya po proizvodstvu travjanoy muki // Kombikorma. – №4. – 2012. – S.41-42. [in Russian]
- [11] OOO «FH GLEBOVSKOE»: proizvodstvo vitaminnoj muki [jelektronnyj resurs]: <https://tskmn.ru/types-of-lighting/liniya-proizvodstva-vitaminno-travyanoi-muki-ooo-fh-glebovskoe-proizvodstvo-vitaminnoi-muki.html> [in Russian]
- [12] **Otrosko S.A.** Razrabotka tehnologii i sredstv mehanizacii dlja proizvodstva vysokobelkovoju travjanoy muki iz listovoj massy bobovykh trav: avtoref. dis. ... kand. s.-h. nauk: 06.02.02 / Vseros. nauch.-issled. i-t kormov im. V.R. Vil'jamsa. – Moskva, 2002. – 22 s. <https://dlib.rsl.ru/> [in Russian]
- [13] **Bondarev V.A.** Prigotovlenie travjanoy muki iz bobovykh trav // Kombikorma. – №2. – 2005. – S.62-63. [in Russian]
- [14] **Kapustin N.F.** Intensifikacija processa dosushivanija sena aktivnym ventilirovanijem putem ispol'zovanija teplopodogrevatelja vozduha.– avtoref. diss. ...kand. tehn. nauk.: 05.20.01. – Minsk,1999. – 21 s. [in Russian]
- [15] **Erk A.F., Papushin Je.A.** Sushka semjan trav s ispol'zovanijem geliokollektora // Sbornik nauchnykh trudov IAJeP, 2015. – vyp.87. – s.254-258. [in Russian]
- [16] **Kosolapova E.V.** Silosovanie zelenoj massy s ispol'zovanijem vakuumirovanija // Kormoproizvodstvo. – №7. – 2014. – S.39-41. [in Russian]
- [17] **Nekrashevich V.F.** Ispol'zovanie vakuuma pri uplotnenii silosuemoj massy v kontejnerah iz vozduhonepronicaemoj plenki / V.F. Nekrashevich, A.S. Popov, K.S. Afanas'eva. – DOI 10.18286/... – Vestnik Ul'janovskoj gosudarstvennoj sel'skohozjajstvennoj akademii. – Ul'janovsk: UIGAU, 2017. – №3(39). – S.159-162. <http://lib.ugsha.ru:8080/handle/123456789/1469> [in Russian]
- [18] Patent № 33744, Respublika Kazahstan, MPK A23K 30/10, A23K 39/10, A01F 25/16. Komplekt mashin i oborudovanija dlja silosovanija zelenoj massy rastenij v mjagkih vakuumiruemykh kontejnerah iz vozduhonepronicaemoj plenki/ Nekrashevich V.F., Torzhenova T.V., Afanas'eva K.S., **Hazimov M.Zh.**, Hazimov K.M. i dr.; zajav. 2018/0204.1 ot 02.04.2018; opubl.12.07.2019, bjul. №28. [in Russian]
- [19] **Dzhamburshin A.Sh.**, Turymbetova G.D. Jevoljucija ochesyvajushchih mehanizmov dlja uborki zernovykh kul'tur v Kazahstane // Mezhdunarodnaja agroinzhenierija, 2016, vyp.1.– S.23-44. [in Russian]
- [20] **Kuanysch A.G.** Razrabotka mashiny dlja uborki semjan kormovykh rastenij metodom ochesa na kornju (na primere zhitnjaka): avtoref. ...k.t.n.:05.20.01. – Almaty: Öner, 2003. – 30 s. [in Russian]
- [21] Patent № 32437, Respublika Kazahstan, MPK A01D 41/08, A01D 43/077, A01D 45/00, A01D 45/30. Mashina dlja uborki list'ev i semjan rastenij ochesyvanijem na kornju / Zhortuylov Omirserik, Evtifeev A.G., Soldatov V.T., Aleksejck A.A., Bekenov U.E., Zhumataj G.S.; zajav.2015/1370.1 ot

20.11.2015; opubl. 30.10.2017, bjul. №20. [in Russian]

[22] Sovremennye ochesyvayushhie zhatki: [Je-lektronnyj resurs]: AgroInfo, 24.03.2018, S.1-3. <https://agroinfo.kz/sovremennye-ochesyvayushhie-zhatki/> [in Russian]

[23] **Letoshnev M.N.** Sel'skhozjajstvennyye mashiny: Teorija, raschet, proektirovanie i ispytaniya: M.: Leningrad, 1955.– S.329-342. [in Russian]

[24] **Zhortuylov O.Zh.**, Kuanysh A.G. Teoreticheskie osnovy processa ochesyvaniyem semjan, list'ev kormovyh rastenij rotornym rabochim organom // Vestnik s/h nauki Kazahstana. – №11.– 2001.– S.71-75. [in Russian]

АҚУЫЗДЫ-ДӘРУМЕНДІ ҚОСПАНЫ ЖОНЫШҚАНЫҢ ЖАПЫРАҚ МАССАСЫНАН ВАКУУМДЫҚ ҚАПТАМАДА ГЕЛИОКЕПТІРГІШТІ ПАЙДАЛАНА ОТЫРЫП ДАЙЫНДАУҒА АРНАЛҒАН ТЕХНИКАЛЫҚ ҚҰРАЛДАРДЫ ӘЗІРЛЕУ

Жортуылов О.¹, техника ғылымдарының докторы, ҚР ҰАҒА академигі
Жұматай Ғ.С.¹, техника ғылымдарының кандидаты, ҚР ҰАҒА корреспондент-мүшесі
Кульшикова Э.С.², PhD
Мошанов Қ.А.³, PhD

Балғабаяев М.А.⁴, техника ғылымдарының кандидаты
Садықова А.В.⁵, 11 «О» сыныбының оқушысы

¹*«Агроинженерия ғылыми-өндірістік орталығы» ЖШС, Алматы қ., Қазақстан*

²*Қазақ ұлттық аграрлық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

³*Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы қ., Қазақстан*

⁴*Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті, Қызылорда қ., Қазақстан*

⁵*Жаратылыстану-математика бағытындағы Назарбаев зияткерлік мектебі, Алматы қ., Қазақстан*

Аңдатпа. Жапырақты жинауға арналған машинаның (тарағыштың), барабанды кептіргіштің және вакуум-орамдағы жапырақты массаны ораушының жұмыс органдарының параметрлері негізделген. Сызба құжаттамасы әзірленіп, техникалық құралдардың эксперименттік үлгілері дайындалды.

Гелиоколлекторлы кептіргіш қондырғысы жапырақ массасын қажетті ылғалдылыққа дейін кептіреді. Гелиоколлекторды қолдану электр энергиясының кептіру шығынын 1,5-2,0 есеге азайтады.

Буып-түюші жоңқаның жапырақ массасын полиэтилен су өтпейтін пленкадан жасалған контейнерлерге буып-түйеді, сыйымдылығы 25 немесе 50 кг қаптарға салынған вакуум бойынша буып-түйеді. Жапырақтарда 6-10 есе көп каротин, 2-3 есе көп протеин, ал талшық сабақтардағыдан 2-3 есе аз болады. БВД-ны вакуум-қаптамада сақтау кезінде каротин мен протеиннің жоғалуына жол берілмейді.

Жапырақ массасын жинауға арналған тарағыш, барабанды кептіргіш және вакуум-орамда ораушының жұмыс органдарының параметрлері негізделді. Сызба құжаттамасы әзірленіп, эксперименттік үлгілер дайындалды. Зертханалық және далалық сынақтар көрсеткендей, тарағыш жоңышқаның жапырақтарын сабақтардан бөліп, жинағыш бункерге тиейді, сабақтарды 8-10 см биіктікте кию арқылы айдауға орналастырады. Барабанды кептіргіште жапырақ массасы белсенді араластыру арқылы гелиоколлектор көмегімен қажетті ылғалдылыққа дейін кептіріледі. Гелиоколлектор қолдану электр энергиясының шығынын 1,5-2 есе азайтады. Ораушы жапырақ массасын полиэтилен контейнерлерге салу арқылы вакуумдық орамада 25 немесе 50 кг қаптарға орналастырады. Жапырақтарда каротин 6-10 есе, протеин 2-3 есе көп, ал талшық 2-3 есе аз болады. Вакуумдық қаптамада сақтау кезінде каротин мен протеиннің жоғалуы болмайды.

Тірек сөздер: тарағыш, кептіргіш қондырғы, ораушы, жапырақ массасы, жоңышқа, гелиоколлектор, вакуум.

DEVELOPMENT OF TECHNICAL MEANS FOR PREPARATION USING HELIOSYING OF PROTEIN-VITAMIN SUPPLEMENT FROM ALFALFA LEAF MASS IN VACUUM PACKAGING

Zhortylov O. V.¹, Doctor of Technical Sciences, Academician of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

Zhumatai G. S.¹, Candidate of Technical Sciences, Corresponding Member of the Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan

Kulshikova E. S.², doctoral student

Moshanov K. A.³, doctoral student

Balgabaev M. A.⁴, Candidate of Technical Sciences

Sadykova A.V.⁵, Student of the 11th "O" class

¹*TOO "Scientific and production center of agroengineering", Almaty, Kazakhstan*

²*Kazakh National Agrarian Research University, Almaty, Kazakhstan*

³*Kazakh National Research Technical University named after K.I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan*

⁴*Kyzylordinsky University named after Korkyt Ata, Kyzylorda, Kazakhstan*

⁵*Nazarbayev Intellectual School of Natural Mathematics, Almaty, Kazakhstan*

Annotation. The parameters of the working parts of the machine for harvesting leaf mass (thresher), drum dryer and vacuum packer for leaf mass have been substantiated. Drawing documentation has been developed and experimental samples of technical equipment have been manufactured.

As a result of laboratory and field tests of the machines, it was established that the machine for harvesting leaf mass threshes alfalfa leaf mass, separates it from the stems and loads it into a storage hopper, simultaneously mowing the stems at a height of 8-10 cm and placing them in swaths. At the stationary site, the leaf mass is loaded into the hopper of a drum dryer with active mixing using a solar collector, and the leaf mass is dried to a certain moisture content. The use of a solar collector reduces the energy consumption for drying by 1.5-2.0 times.

The packer packs the alfalfa leaf mass into polyethylene film containers, vacuum packs it, and places it in 25 or 50 kg bags. The leaves contain 6-10 times more carotene, 2-3 times more protein, and 2-3 times less fibre than the stems. When stored in vacuum packaging, there is no loss of carotene or protein.

Keywords: protein-vitamin supplement, brush, silage, leaf mass, drying unit, solar collector, packer, vacuum.

Қолжазбаларды рәсімдеу жөнінде авторларға арналған нұсқаулық

«Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университетінің Хабаршысы. Ауыл шаруашылығы ғылымдары» журналында мақала жариялау үшін дайын ғылыми жұмысты автор(лар) Vestnik.korkyt.kz сайтындағы Онлайн мақала жіберу жүйесі арқылы, арнайы нұсқаулықты пайдаланып жіберуге болады. Мақала Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында Times New Roman шрифтінде жазылуы қажет (Осы талапта жазылмаған мақала автоматты түрде қабылданбайды). Жарияланым – тілдері қазақша, орысша, ағылшынша. Мақала құрылымы мен безендірілуі:

1. Мақала көлемі 6-12 бет аралығында болуы тиіс (аннотациялар мен әдебиеттер тізімін қоспағанда 6 беттен төмен болмауы тиіс).

– Мақаланы құру схемасы (беті – А4, кітаптық бағдар, туралау – ені бойынша. Сол жақ, үстіңгі және төменгі жақтарындағы ашық жиектері – 2,5 см, оң жағында – 2,0 см. Шрифт: тип Times New Roman, өлшемі – 12) (Windows 10 оперативті жүйесіндегі Word форматында);

- ХҒТАР индексі – бірінші қатар жоғарыда, сол жақта (<http://grnti.ru>); оң жақта – журналдың doi индексі (префикс және суффикс) – редакцияда беріледі;

- мақала атауы – ортасына қалың он екінші қаріппен;

- автор(лардың)дың аты-жөндерінің бірінші қарпі мен тегі – ортаға 11-қаріп, (авторлар саны 5 адамнан артық болмауы тиіс, 6 адам - жоба шеңберінде жазылған мақалалар үшін рұқсат етіледі (жоба авторлары үшін), негізгі автордың аты-жөніне * белгісі қойылады;

- ұйым, қала, елдің толық атауы – ортаға, курсив – 11-қаріп;

- **Аңдатпа.** Түп нұсқа тілінде (**150-200 сөз**; мақала құрылымын сақтай отырып), өлшемі (кегль) – 11-қаріп;

- **Тірек сөздер** – қазақ, орыс, ағылшын тілдерінде (3-5 сөз/сөз тіркестері), өлшемі - (кегль) 11-қаріп;

- **Негізгі мәтін** (аралық интервал - 1, «азат жол» - 1,25 см, 12-қаріп) құрылымы төмендегідей болады:

2. **Кіріспе:** тақырыптың таңдалуын негіздеу; таңдалған тақырыптың, мәселенің өзектілігі, объектісі, пәні, мақсаты, міндеті, әдісі, тәсілі, тұжырымы және мағынасын анықтау

3. **Зерттеу материалдары мен әдістері:** материалдар мен жұмыс барысы сипаттамасынан, сондай-ақ пайдаланылған әдістердің толық сипаттамасынан тұруы тиіс.

4. Кестелер, суреттер айтылғаннан кейін орналастырылуы керек. Әр иллюстрациямен жазу(өлшемі (кегль) – 11) болуы керек. Суреттер анық, таза, сканерленбеген болуы керек.

Мақала мәтінде сілтемелер бар формулалар ғана нөмірленеді. Мәтінде сілтемелер тік жақшада көрсетіледі. Сілтемелер мәтінде қатаң түрде нөмірленуі керек.

5. **Нәтижелер/талқылау:** зерттеу нәтижелерін талдау және талқылау келтіріледі.

6. **Қорытынды/қорытындылар:** осы кезеңдегі жұмысты қорытындылау; автор айтқан ұсынылған тұжырымның ақиқатын растау. Жұмысты қаржылық қолдау туралы ақпарат Қорытындыдан кейін түседі. Әдебиеттер тізімі (өлшемі (кегль) – 11, пайдаланылған әдебиеттер саны – 15-тен кем болмауы қажет). Әдебиеттер тізімінде кириллицада ұсынылған жұмыстар болған жағдайда әдебиеттер тізімін екі нұсқада ұсыну қажет: біріншісі – түпнұсқада, екіншісі – романизацияланған алфавитпен (транслитерация). Мақаладағы дәйексөз тізімінде тек рецензияланған әдебиет көздері, DOI индексі бар әдебиеттер болуы тиіс. Романизацияланған әдебиеттер тізімі <http://www.translit.ru> сайты арықшылы рәсімделуі керек.

7. Авторлар туралы мәліметтер: (автордың(лардың) аты-жөні, ұйымның толық атауы, қаласы, елі, байланыс деректері: телефоны, эл.пошта, орсид номері) 3 тілде.

8. Келген мақала талапқа сай рәсімделген жағдайда ғана Антиплагиат бағдарламасынан өткізіледі. Түпнұсқалығы 80 % - дан жоғары көрсеткіште болған мақала Редакцияның қарауына жіберіледі. Ал 80% - дан төмен болған мақала автордың толықтыруына жіберіледі. Ал, екінші рет өткізілген жағдайда тиісті көрсеткіш болмаса жарияланымға қабылданбайды. Рецензенттердің оң пікірінен соң мақала журналға қабылданып, авторға төлем жасау жөнінде хабарлама жіберіледі. Автор төлемақының түбіртегін редакцияның электронды почтасына жіберуге міндетті (khabarshy@korkyt.kz).

Руководство для авторов по оформлению рукописей

Готовая научная работа для публикации в журнале «Вестник Кызылординского университета имени Коркыт Ата. Серия сельскохозяйственных наук» может быть подана автором (авторами) через систему онлайн подачи статей на сайте vestnik.korkyt.kz, используя специальные инструкции. Статья должна быть написана в формате Word в Windows 10 шрифтом Times New Roman (статья, не написанная в соответствии с этим требованием, не будет принята автоматически). Язык публикаций казахский, русский, английский.

Структура и оформление статьи:

1) Объем статьи в пределах от 6 до 12 страниц (не менее 6 страниц, за исключением аннотаций и списка литературы).

- Схема построения статьи (страница – А 4, книжная ориентация, поля с левой, верхней и нижней сторон – 2,5 см, с парвой – 2,0 мм. Шрифт: тип – Times New Roman, размер (кегель) - 12) (В формате Word в операционной системе Windows 10):

- индекс МРНТИ - первая строка сверху слева (<http://grnti.ru>); индекс DOI (предоставляется редакцией журнала);

- название статьи – прописными буквами по центру полужирным шрифтом, размер – 12;

- инициалы и фамилию автора(ов) – по центру полужирным шрифтом, размер (кегель) – 11 (адрес эл.почты авторов, номер орсид, количество авторов не должно превышать 5 человек, к статьям, написанным в рамках проекта, допускаются 6 авторов (для авторов проекта), на имя основного автора проставляется отметка *;

- полное наименование организации, город, страна – по центру, курсив, размер - 11.

- **Аннотация** на языке оригинала (**150-200** слов; сохраняя структуру статьи) размер - 11.

- **Ключевые слова** (на казахском, русском, английском от 5 до 8 слов/словосочетаний) размер (кегель) - 11.

- **Основной текст** (12 шрифт, межстрочный интервал - 1, отступ «красной строки» - 1,25 см), структура:

2) **Введение:** обоснование выбора темы; актуальность темы или проблемы, определение объекта, предмета, целей, задач, методов, подходов, гипотезы и значения работы.

3) **Материалы и методы исследования:** должны состоять из описания материалов и хода работы, а также полного описания использованных методов.

4) В статье нумеруются только те формулы, на которые есть ссылки в тексте. В ссылках в тексте указывается в квадратных скобках.

5) **результаты/обсуждение:** приводится анализ и обсуждение полученных результатов исследования.

6) **заключение/выводы:** обобщение и подведение итогов работы на данном этапе; подтверждение истинности выдвигаемого утверждения, высказанного автором.

Список литературы (размер (кегель) – 11, количество используемой литературы не менее 15). При наличии в списке литературы работ, представленных на кириллице, список литературы должен быть представлен в двух вариантах: первый - в оригинале, второй - в латинизированном алфавите (транслитерация). Список ссылок в статье должен содержать только рецензируемые литературные источники, литературу с индексом DOI. Список латинизированной литературы должен быть подготовлен через сайт <http://www.translit.ru>.

7) Сведения об авторах: (должны содержать ФИО автора (ов), полное наименование организации, город, страна, контактные данные: телефон, эл.почта, номер орсид) на 3-х языках.

8) Статья должна обладать не менее 80% уникальности текста для публикаций. В случае если оригинальность статьи ниже 80%, работа будет возвращена автору для исправления и корректировки. После вторичной проверки статья набирает необходимого показателя в антиплагиат, направляется на рассмотрение редакционной коллегии. Статья, не отвечающая соответствующим требованиям, оригинальность которой, проверена дважды, к публикации не принимается. После положительного отзыва рецензентов, статья принимается для публикации в журнал и автору направляется уведомление об оплате. Автор обязан отправить квитанцию об оплате на электронную почту редакции (khabarshy@korkyt.kz).

Manual for authors of manuscripts

Ready scientific work for publication in the journal «Bulletin of Korkyt Ata Kyzylorda University. The series agricultural sciences» can be submitted by the author (authors) through the system of online submission of articles on the site vestnik.korkyt.kz, using special instructions. The article should be written in Word format in Windows 10 in Times New Roman font (an article not written in accordance with this requirement will not be accepted automatically). Language of publications Kazakh, Russian, English.

Structure and design of the article:

1) The size of the article ranges from 6 to 12 pages at least 6 pages, excluding annotations and bibliography).

- description of the scheme of the article (page - A 4, book orientation, indents are calculated with respect to the left top and bottom sides page margins-2.5 m, with right - 2.0 m, Standard font : type - Times New Roman, size (font) - 12) (Word format on Windows 10 operating system):

- the ISTIR index is the first line at the top left (<http://grnti.ru>).

- DOI index (provided by the editorial office);

- title of article – with capital letters, alignment on the center in bold, size (font) 12.

- initials and last name of author(s) - alignment on the center in bold, size (font) – 11, (e-mail address of the authors, orsid number, the number of authors should not exceed 5 people, 6 authors are allowed to the articles written within the framework of the project (for the authors of the project), a mark is affixed to the name of the main author *;

- the full name of the organization, city, country, alignment on the center, italic, size (font) - 11.

- **Annotation** in the original language (150-200 words; retaining the structure of the article) size (font) - 11.

- **Keywords** (in Kazakh, Russian, English from 5 to 8 words/phrases) size (font) - 11.

- **Main text** (12 font, line spacing - 1, indentation of red line#- 1.25 cm)

- Structure:

2) **Introduction:** rationale for the selection of the topic; relevance of the topic or problem; definition of the object, subject, objectives, tasks, methods, approaches, hypotheses and meanings of the work.

3) **Research materials and methods:** should consist of a description of the materials and the progress of work, as well as a full description of the methods used.

4) In the article, only those formulas that are referenced in the text are numbered. References in the text are indicated in square brackets.

5) **Results/discussion:** an analysis and discussion of the results of the study is given.

6) **Conclusion/conclusions:** summarizing and summarizing the work at this stage; confirmation of the truth of the assertion put forward by the author.

List of references (size (point size) - 11, the number of used literature is at least 15). If there are works presented in Cyrillic in the list of references, the list of references should be presented in two versions: the first - in the original, the second - in the Latinized alphabet (transliteration). The list of references in the article should contain only peer-reviewed literary sources, literature with a DOI index. The list of romanized literature should be prepared through the site <http://www.translit.ru>.

7) Information about the authors: (should contain the full name of the author (s), full name of the organization, city, country, contact details: telephone, e-mail, orsid number) in 3 languages.

8) The article must have at least 80% uniqueness of the text for publication. If the originality of the article is below 80%, the work will be returned to the author for correction and correction. After a secondary check, the article gains the required indicator in anti-plagiarism, and is sent for consideration by the editorial board. An article that does not meet the relevant requirements, the originality of which is double-checked, is not accepted for publication. After a positive feedback from the reviewers, the article is accepted for publication in the journal and the author is sent a notification of payment. The author is obliged to send a payment receipt to the editorial office by e-mail (khabarshy@korkyt.kz).

МАЗМҰНЫ

КҮРІШ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Негізгі топырақ өңдеу әдістеріне қарай топырақтың агрофизикалық қасиеттері және дәндік құмайдың өнімділігі

Таутенов И.А., Бекжанов С.Ж., Тохетова Л.А., Култасов Б.Ш., Нургалиев Н.Ш., Балмаханов А.А

6

ЕГІНШІЛІК ЖӘНЕ ӨСІМДІК ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Мақта (*Gossypium hirsutum*) геномының ресурстары заманауи селекциялық жұмыстар үшін молекулалық негіз ретінде

Амангельдыева Н.К., Өркен А., Жумабай Н. Б., Манабаева Ш. А., Махмаджанов С. П., Түсіпқан Д.

21

Солтүстік Қазақстан жағдайында шаруашылық-құнды белгілері бойынша жаздық жұмсақ бидай линияларын бағалау

Бабкенов А.Т., Саянов А.Т., Бабкенова С.А., Каиржанов Е. К., Дашкевич С.М., Шелаева Т.В

34

Ақмола облысы жағдайында түйежоңышқаның қысқа төзімділігі жоғары түрлерін зерттеу, бағалау және іріктеу

Сагалбеков У.М., Уалиева Г.Т.¹, Калибаев Б.Б., Калинин А.К., Смаилова Г.Т., Капбасова Г.А.

44

Орталық Қазақстандағы жаздық жұмсақ бидайдағы астық өнімділігімен шаруашылық құнды белгілерінің өзгергіштігі мен өзара байланысы

Середа Г. А., Середа Т.Г., Середа С.Г., Убикина Т.Н.

53

Жаздық арпаның жаңа сорты Батырхан

Тохетова Л.А., Аbugалиева С.И., Баимбетова Г.З., Гениевская Ю.А., Дүйсен А.Д.

62

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ӨСІМДІКТЕРІН ҚОРҒАУ

Beauveria Bassiana (Bals.) Vuill. саңырауқұлағының зертханалық жағдайда түркістандық өрмекші кенесіне (*Tetranychus Turkestanii*) қарсы биологиялық тиімділігін бағалау

Ташигул Н.Е., Әділханқызы А., Шисенбаева Н.Ж., Қасымов А.А., Алпысбаева К.А., Успанова М.

74

ТОПЫРАҚТАНУ ЖӘНЕ АГРОХИМИЯ

Термо-модификацияланған бентонит сазы топырақ үшін ылғал сақтайтын материал ретінде **Қаржаубаева А.Қ., Бейсебеков М.М., Шаймардан Е., Наурызова С.З., Кабдрахманова С.К.**

82

Солтүстік Қазақстанның деградацияға ұшыраған жайылымдарын қалпына келтірудегі биопрепараттар мен биотыңайтқыштардың тиімділігі

Нокушева Ж.А., Кантарбаева Э.Е., Жуматаева Ж.Б., Исаева Ж.Б., Асылбек А.М.

96

МАЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ ЖӘНЕ ВЕТЕРИНАРИЯ

Қысқы кезеңде бройлер балапандарын өсіру кезінде «Гидро рекс витал» күйзеліске қарсы препаратын қолданудың тиімділігін зерттеу

Аблаева Э.А., Кавтарашвили А.Ш., Махатов Б.М., Бупебаева Л.К.

109

Отандық биязы жүнді тұқымды еркек тоқтыларды қосымша жемшөптік қосындысын пайдалана отырып азықтандыру

Егемкулов Н.А., Мурзабаев Б.А., Кантурсева Г.О., Култасов Б.Ш.

119

Бұқаларға әртүрлі дозада полиантгендер енгізу кезіндегі иммундық жауапты бағалау

Есимситова З.Б., Хусайнов Д.М., Лесова Ж.Т., Демченко Г.А., Сансызбай А.Р.

129

БАҚ ШАРУАШЫЛЫҒЫ

Агроәдістердің бір жылдық көшеттердің бұтақтану процесіне әсері
Уразаева М.В., Басымбеков Н.Ш., Ормахаев А.М., Қазыбаева С.Ж., Сәрсенбаева Ғ.Б. 139

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫ МЕЛИОРАЦИЯСЫ

Су үнемдеу мен өнімділікті арттыруда биокөмірмен гидрогельдерді қолданудың
агротехникалық негіздері
Азимов А.М., Изтлеуов Г.М., Ертаева Ж.Т., Болысбек А.А. 149

Ағынды лас сулармен суару әсерінен жер асты суларының ластануын болжамдық есептеу
**Далдабаева Г.Т., Шомантаев А.А., Умирзаков С.И., Байманов Ж.Н., Отарбаев Б.С.,
Көпен М.Б.** 159

АУЫЛ ШАРУАШЫЛЫҒЫН МЕХАНИКАЛАНДЫРУ

Заманауи электрлендірілген жер үсті көлік-технологиялық құралдардың конструкциясын
тереңдетіп оқуға арналған оқу станді
Дидманидзе О.Н., Митягин Г.Е., Пуляев Н.Н., Бисенов М.К., Бекжанов С.Ж. 172

Ақуызды-дәруменді қоспаны жонышқаның жапырақ массасынан вакуумдық қаптамада
гелиокөптіргішті пайдалана отырып дайындауға арналған техникалық құралдарды әзірлеу
**Жортуылов О., Жұматай Ғ.С., Кульшикова Э.С., Мошанов Қ.А., Балғабиев М.А.,
Садықова А.В.** 183

СОДЕРЖАНИЕ

РИСОВОДСТВА

Агрофизические свойства почвы и продуктивность зернового сорго в зависимости от способа основной обработки почвы

Таутенов И.А., Бекжанов С.Ж., Тохетова Л.А., Култасов Б.Ш., Нургалиев Н.Ш., Балмаханов А.А.

6

РАСТЕНИЕВОДСТВО И ЗЕМЛЕДЕЛИЕ

Геномные ресурсы хлопчатника (*Gossypium hirsutum*) как молекулярная основа для современных селекционных разработок

Амангельдыева Н.К., Өркен А., Жумабай Н. Б., Манабаева Ш. А., Махмаджанов С.П., Түсіпқан Д.

21

Оценка линии яровой мягкой пшеницы по хозяйственно-ценным признакам в условиях Северного Казахстана

Бабкенов А. Т., Саянов А. Т., Бабкенова С.А., Каиржанов Е. К., Дашкеевич С.М., Шелаева Т.В.

34

Изучение, оценка и отбор высокозимостойких форм растений донника в условиях Акмолинской области

Сагалбеков У.М., Уалиева Г.Т., Калибаев Б.Б., Калинин А.К., Смаилова Г.Т., Капбасова Г.А.

44

Изменчивость и сопряженность хозяйственно-ценных признаков с урожайностью зерна у яровой мягкой пшеницы в центральном Казахстане

Середа Г.А., Середа Т.Г., Середа С.Г., Убыкина Т.Н.

53

Новый сорт ярового ячменя Батырхан

Тохетова Л.А., Аbugалиева С.И., Баимбетова Г.З., Гениевская Ю.А., Дүйсен А.Д.

62

ЗАЩИТА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Оценка биологической эффективности гриба *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. против туркестанского паутинного клеща (*Tetranychus Turkestani*) в лабораторных условиях

Ташигул Н.Е., Адилханқызы А., Шисенбаева Н.Ж., Касымов А.А., Алпысбаева К.А., Успанов А.М.

74

ПОЧВОВЕДЕНИЕ И АГРОХИМИЯ

Термомодифицированная бентонитовая глина как влагоудерживающий материал для почв

Қаржаубаева А.Қ., Бейсебеков М.М., Шаймардан Е., Наурызова С.З., Кабдрахманова С.К.

82

Эффективность биопрепаратов и биоудобрений в восстановлении деградированных пастбищ северного Казахстана

Нокушева Ж.А., Кантарбаева Э.Е., Жуматаева Ж.Б., Исаева Ж.Б., Асылбек А.М.

96

ЖИВОТНОВОДСТВО И ВЕТЕРИНАРИЯ

Исследование эффективности антистрессового препарата «Гидро рекс витал» при выращивании цыплят-бройлеров в зимний период

Аблаева Э.А., Кавтарашвили А.Ш., Махатов Б.М., Бупебаева Л.К.

109

Кормление баранчиков отечественных тонкорунных породы с использованием кормовой добавки

Егемкулов Н.А., Мурзабаев Б.А., Кантуреева Г.О., Култасов Б.Ш.

119

Оценка иммунного ответа бычков на введение полиантигенов в различных дозах

Есимситова З.Б., Хусаинов Д.М., Лесова Ж.Т., Демченко Г.А., Сансызбай А.Р.

129

САДОВОДСТВО

- Влияние агроприемов на ветвление однолетних саженцев
Уразаева М.В., Басымбеков Н.Ш., Ормахаев А. М., Казыбаева С. Ж., Сарсенбаева Г.Б. 139

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕЛИОРАЦИЯ

- Агротехнические основы применения биокomпозитных гидрогелей для повышения продуктивности и экономии водных ресурсов
Азимов А.М., Изтлеуов Г.М., Ертаева Ж.Т., Болысбек А.А. 149
- Прогнозный расчёт загрязнения подземных вод вследствие орошения сточными водами
Далдабаева Г.Т., Шомантаев А.А., Умирзаков С.И., Байманов Ж.Н., Отарбаев Б.С., Көпен М.Б. 159

МЕХАНИЗАЦИЯ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

- Учебный стенд для углубленного изучения конструкции современных электрифицированных наземных транспортно-технологических средств
Дидманидзе О.Н., Митягин Г.Е., Пуляев Н.Н., Бисенов М.К., Бекжанов С.Ж. 172
- Разработка технических средств для приготовления с использованием гелиосушки белково-витаминной добавки из листовой массы люцерны в вакуум-упаковке
Жортуылов О., Жуматай Г.С., Кульшикова Э.С., Мошанов К.А., Балгабаев М.А., Садыкова А.В. 183

CONTENT

RICE CULTIVATION

Agrophysical properties of soil and productivity of grain sorghum depending on the method of primary soil cultivation

Tautenov I.A., Bekzhanov S.Zh., Tokhetova L.A., Kultasov B.Sh., Nurgaliyev N.Sh., Balmachanov A.A. 6

PLANT GROWING AND AGRICULTURE

Genome sequence resources of upland cotton (*Gossypium hirsutum*) provides molecular structure for advanced breeding efforts

Amangeldyyeva N.K., Orken A., Zhumabay N.B., Manabayeva Sh.A., Makhmadzhanov S.P., Tussipkan D. 21

Evaluation of a line of spring soft wheat by economically valuable traits in the conditions of Northern Kazakhstan

Babkenov A.T., Sayanov A.T., Babkenova S.A., Kairzhanov E.K., Dashkeevich S.M., Shelaeva T.V. 34

Study, evaluation and selection of highly winter-hardy forms of sweet clover plants in the conditions of the Akmola region

Sagalbekov U.M., Ualiyeva G.T.¹, Kalibaev B.B., Kalin A.K., Smailova G.T., Kapbassova G.A. 44

Variability and correlation of economically valuable traits with grain yield in spring soft wheat in Central Kazakhstan

Sereda G.A., Sereda T.G., Sereda S.G., Ubykina T.N. 53

New spring barley variety Batyrkhan

Tokhetova L.A., Abugaliyeva S.I., Baimbetova G.Z., Genievskaya Y.A., Duisen A.D. 62

PROTECTION OF AGRICULTURAL PLANTS

Evaluation of the biological efficacy of the fungus *Beauveria Bassiana* (Bals.) Vuill. against the turkestan spider MITE (*Tetranychus Turkestani*) under laboratory conditions

Tashigul N.E., Adilkhankyzy A., Shissenbayeva N.Zh., Kassymov A.A., Alpysbayeva K.A., Usphanov A.M. 74

SOIL SCIENCE AND AGROCHEMISTRY

Thermally modified bentonite clay as a water-retaining material for soils

Karzhaubayeva A.K., Beisebekov M.M., Shaimardan E., Nauryzova S.Z., Kabdrakhmanova S.K. 82

Effectiveness of biopreparations and biofertilizers in the restoration of degraded pastures in northern Kazakhstan

Nokusheva Zh.A., Kantarbayeva E.E., Zhumataeva Zh.B., Issayeva Zh.B., Assylbek A.M. 96

ANIMAL HUSBANDRY AND VETERINARY

Study of the effectiveness of the anti-stress preparation "Hydro Rex Vital" in broiler chicken production during the winter period

Ablayeva E.A., Kavtarashvili A.Sh., Makhatov B.M., Bupebayeva L.K. 109

Feeding of domestic thin-tailed sheep using feed additives

Egemkulov N.A., Murzabaev B.A., Kantureyeva G.O., Kultasov B.Sh. 119

Assessment of the immune response in bull calves to the administration of polyantigens at different doses

Yessimsitova Z., Khussainov D., Lessova Zh., Demchenko G., Sansyrbay A. 129

GARDENING

- Influence of agricultural practices on the branching of annual seedlings
Urazayeva M., Basymbekov N.Sh., Ormakhaev A.M., Kazybayeva S. Zh., Sarsenbayeva G.B. 139

AGRICULTURAL MELIORATION

- Agrotechnical fundamentals of using biocomposite hydrogels to improve productivity and water conservation
Azimov A.M., Iztleuov G.M., Yertayeva Zh.T., Bolysbek A.A. 149
- Predictive calculation of groundwater contamination caused by irrigation with wastewater
Daldabayeva G.T., Shomantayev A.A., Umirzakov S.I., Baimanov Zh. H., Otarbayev B.S., Kopen M.B 159

AGRICULTURAL MECHANIZATION

- Training bench for in-depth study of the design of modern electrified ground transport and technological vehicles
Didmanidze O.N., Mityagin G.E., Pulyaev N.N., Bisenov M.K., Bekzhanov S.Zh. 172
- Development of technical means for preparation using heliosyng of protein-vitamin supplement from alfalfa leaf mass in vacuum packaging
Zhortylov O. V., Zhumatai G. S., Kulshikova E. S., Moshanov K. A., Balgabaev M. A., Sadykova A.V. 183

Қорқыт Ата атындағы
Қызылорда университетінің
ХАБАРШЫСЫ.
Ауыл шаруашылығы ғылымдары
сериясы

ВЕСТНИК
Кызылординского университета
имени Коркыт Ата. Серия
сельскохозяйственных наук

BULLETIN
of the Korkyt Ata Kyzylorda
University. The series
agricultural sciences

1999 жылғы наурыздан бастап шығады
Издается с марта 1999 года
Published since March 1999

Жылына төрт рет шығады
Издается четыре раза в год
Issued quarterly

Редакция мекен-жайы: 120014,
Қызылорда қаласы, Әйтеке би
көшесі, 29 «А», Қорқыт Ата
атындағы Қызылорда
университеті

Адрес редакции: 120014,
город Кызылорда,
ул. Айтеке би, 29 «А»,
Кызылординский
университет
им. КоркытАта

Address of edition: 120014,
Kyzylorda city, 29 «A»
Aiteke bie str.,
Korkyt Ata Kyzylorda
University

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14

Телефон: (7242) 27-60-27
Факс: 26-27-14

Tel: (7242) 27-60-27
Fax: 26-27-14

E-mail: khabarshy@korkyt.kz

E-mail: khabarshy@korkyt.kz

E-mail: khabarshy@korkyt.kz

Құрылтайшысы: Қорқыт Ата атындағы Қызылорда университеті
Учредитель: Кызылординский университет им. Коркыт Ата Founder:
Korkyt Ata Kyzylorda University

Қазақстан Республикасының Ақпарат және қоғамдық келісім министрлігі берген
бұқаралық ақпарат құралын есепке алу куәлігі
алғашқы тіркеу № KZ KZ16VPY00067253 31-наурыз, 2023 ж.
қайта тіркеу № KZ65VPY00097023 17-шілде, 2024 ж.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации, выданное
Министерством информации и общественного развития Республики Казахстан
первичная регистрация № KZ KZ16VPY00067253 31-марта, 2023 г.
перерегистрация № KZ65VPY00097023 17-июля, 2024 г.

Техникалық редакторы: Абуова Н.А.
Компьютерде беттеген: Махашов А.А.

Теруге 08.12.2025 ж. жіберілді. Басуға 15.12.2025 ж. қол қойылды. Форматы
60 × 841/8. Көлемі 13 шартты баспа табақ. Индекс 76214.
Таралымы 50 дана. Тапсырыс 0222. Бағасы келісім бойынша.

Сдано в набор 08.12.2025 г. Подписано в печать 15.12.2025 г. Формат 60
× 841/8. Объем 13 усл. печ. л. Индекс 76214.
Тираж 50 экз. Заказ 0222. Цена договорная.

Жарияланған мақала авторларының пікірі редакция көзқарасын білдірмейді. Мақала мазмұнына автор жауап береді. Қолжазбалар өңделеді және авторға қайтарылмайды. Журналда жарияланған материалдарды сілтемесіз көшіріп басуға болмайды.

Опубликованные статьи не отражают точку зрения редакции. Автор несет ответственность за содержание статьи. Рукописи редактируются и авторам не возвращаются. Материалы, опубликованные в журнале не могут быть воспроизведены без ссылки.

The published articles do not reflect the editorial opinion. The author is responsible for the content of the article. Manuscripts are edited and are not returned the authors. Materials published in the journal can not be republished without reference.

Университет баспасы, 120014, Қызылорда қаласы, Әйтеке би көшесі, 29А.