

ХФТАР 68.33.29

ӘОЖ 631.8:632.95.024.4 (045)

<https://doi.org/10.52269/SRDG2611151>

### КРАХМАЛ-МОЧЕВИНА НЕГІЗІНДЕГІ ТЫҢАЙТҚЫШ ҚҰРАМЫ МЕН ФИТОУЫТТЫЛЫҒЫН КЕШЕНДІ БАҒАЛАУ

Макенова М.М.\* – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Бостубаева М.Б. – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Бахралинова А.С. – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Арапов А.А. – «Табиғи ресурстарды тұрақты басқару» ББ 1 курс магистранты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Астана қ., Қазақстан Республикасы.

Зерттеудің өзектілігі минералды тыңайтқыштарды қарқынды қолдану барысында азоттың 40–70%-ға дейінгі бөлігінің шайылу және булану арқылы жоғалуы нәтижесінде экологиялық қауіптердің артуымен және тыңайтқыштарды пайдалану тиімділігінің төмендеуімен айқындалады. Осыған байланысты қоректік заттарының шығарылуы бақыланатын, экологиялық қауіпсіз тыңайтқыштарды әзірлеу өзекті ғылыми мәселе болып табылады. Зерттеудің мақсаты – крахмал мен мочевино арақатынасының тыңайтқыштардың физика-химиялық, механикалық және фитотоксикалық қасиеттеріне әсерін сандық тұрғыдан бағалау. Зерттеу міндеттеріне әртүрлі крахмал/мочевино қатынастарында (20/80, 40/60, 50/50 және 80/20) тыңайтқыш үлгілерін алу, олардың түйіршік беріктігін, абразивті тозу шығындарын, мочевиноның шайылу жылдамдығын және фитоуыттылығын анықтау кірді. Зерттеудің ғылыми мәні – крахмалдың биополимерлік матрица ретінде әрекет етуі және 2%-дық калий гидроксиді ерітіндісінің желатинизацияны жақсарту арқылы түйіршіктер құрылымына әсерін негіздеуде. Экструзия әдісімен алынған түйіршіктердің беріктігі крахмал үлесіне тәуелді болып, 20/80 қатынасында 0,5–0,7 МПа, ал 50/50 және 80/20 қатынастарында 1,0–1,2 МПа деңгейінде анықталды. Абразивті тозу шығындары крахмал 20% болғанда 10–12%-ға жетсе, крахмал мөлшері 50–80% үлгілерде 1–2% ғана құрады. Мочевиноның 1 сағаттағы шайылу мөлшері 80% мочевино бар үлгілерде 55–65% болса, крахмал үлесі жоғары нұсқаларда бұл көрсеткіш 5–6%-ға төмендеді. Фитотоксикалық бағалау нәтижелері кресс-салат тұқымдарының өнгіштігі көпшілік үлгілерде 95–100% аралығында болғанын көрсетті, ал 25% экстракт концентрациясында тамыр өсуі 12–27%-ға дейін ынталандырылды. Алынған нәтижелер крахмал–мочевино тыңайтқыштарының экологиялық қауіпсіз, механикалық тұрғыдан тұрақты және баяу әсер ететін азот тыңайтқыштары ретінде агрохимия саласына маңызды үлес қосатынын және практикалық қолдануға жоғары әлеуетке ие екенін дәлелдейді.

**Түйінді сөздер:** шығарылуы бақыланатын тыңайтқыштар, крахмал, мочевино, экструзия, түйіршіктердің беріктігі, фитоуыттылық.

### КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТАВА И ФИТОТОКСИЧНОСТИ КРАХМАЛО-МОЧЕВИННЫХ УДОБРЕНИЙ

Макенова М.М.\* – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Бостубаева М.Б. – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Бахралинова А.С. – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Арапов А.А. – магистрант 1 курса ОП «Устойчивое управление природными ресурсами», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Актуальность исследования обусловлена тем, что при интенсивном применении минеральных удобрений до 40-70% азота теряется вследствие вымывания и улетучивания, что приводит к снижению эффективности удобрений и росту экологических рисков. В этой связи разработка экологически безопасных удобрений с контролируемым высвобождением питательных веществ является важной научной задачей. Цель исследования заключалась в количественной оценке влияния соотношения крахмала и мочевины на физико-химические, механические и фитотоксические свойства удобрений. В задачи исследования входило получение образцов удобрений с различными массовыми соотношениями крахмала и мочевины (20/80, 40/60, 50/50 и 80/20), а также определение

прочности гранул, абразивных потерь, скорости вымывания мочевины и уровня фитотоксичности. Научная новизна и значение работы заключаются в обосновании роли крахмала как биополимерной матрицы и влияния 2%-ного раствора гидроксида калия на процесс желатинизации и формирование структуры гранул. Показано, что прочность гранул возрастает с увеличением доли крахмала: при соотношении 20/80 она составляла 0,5-0,7 МПа, тогда как при соотношениях 50/50 и 80/20 достигала 1,0–1,2 МПа. Потери при абразивном износе снижались с 10-12% до 1-2%. Вымывание мочевины за 1 час в образцах с 80% мочевины составляло 55-65%, тогда как в вариантах с повышенным содержанием крахмала снижалось на 5-6%. Фитотоксикологическая оценка с использованием кресс-салата показала высокую всхожесть семян (95-100%) и стимулирование роста корней на 12-27% при концентрации почвенного экстракта 25%. Полученные результаты подтверждают перспективность крахмал-мочевинных удобрений как экологически безопасных, механически устойчивых и пролонгированных азотных удобрений для практического применения в сельском хозяйстве.

**Ключевые слова:** удобрения с контролируемым высвобождением, крахмал, мочевина, экструзия, прочность гранул, фитотоксичность.

### COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE COMPOSITION AND PHYTOTOXICITY OF STARCH-UREA FERTILIZERS

*Makenova M.M.\* – PhD, Senior Lecturer, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*Bostubayeva M.B. – PhD, Senior Lecturer, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*Bakhralinova A.S. – PhD, Senior Lecturer, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*Arapov A.A. – 1st year Master's student of the "Sustainable Management of Natural Resources" educational program, S. Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Astana, Republic of Kazakhstan.*

*The relevance of this study is associated with the intensive use of mineral fertilizers, during which up to 40–70% of nitrogen is lost through leaching and volatilization, leading to reduced fertilizer efficiency and increased environmental risks. Therefore, the development of environmentally safe fertilizers with controlled nutrient release represents an important scientific challenge. The research aim was to quantitatively evaluate the effect of starch-to-urea ratios on the physicochemical, mechanical, and phytotoxic properties of fertilizers. The research objectives included the preparation of fertilizer samples with different mass ratios of starch and urea (20/80, 40/60, 50/50, and 80/20) and the determination of granule strength, abrasive wear losses, urea leaching rates, and phytotoxicity levels. The scientific novelty of the research lies in substantiating the role of starch as a biopolymer matrix and the effect of a 2% potassium hydroxide solution on starch gelatinization and granule structure formation. It was demonstrated that granule strength increased with higher starch content: at a 20/80 ratio, strength ranged from 0.5 to 0.7 MPa, whereas at 50/50 and 80/20 ratios it reached 1.0–1.2 MPa. Abrasive wear losses decreased from 10–12% to 1–2%. Urea leaching within 1 hour reached 55–65% in samples containing 80% urea, while formulations with higher starch content showed a 5–6% reduction in leaching. Phytotoxicity assessment using garden cress (*Lepidium sativum* L.) revealed high seed germination rates (95–100%) and root growth stimulation by 12–27% at a 25% soil extract concentration. The obtained results confirm the high potential of starch–urea-based fertilizers as environmentally safe, mechanically stable, and slow-release nitrogen fertilizers for sustainable agricultural applications.*

**Key words:** controlled release fertilizers, starch, urea, extrusion, granule strength, phytotoxicity.

**Кіріспе.** Тыңайтқыштар дәнді-дақылдардың тиімді өсуіне ықпал етіп, ауыл шаруашылығында маңызды рөл атқарады. Соңғы 40 жылда халық саны шамамен үш миллиард адамға өскен. Ал 2050 жылға қарай әлем халқының саны 9,7 миллиардқа жетеді деп болжанып отыр. Осыған байланысты азық-түлікке деген жаһандық сұранысты қанағаттандыру мақсатында тыңайтқыштарды пайдалану өте маңызды [1, б. 321]. Дегенмен, минералды тыңайтқыштарды қарқынды пайдалану кезінде қоректік заттардың шамамен 40-70%-ы қоршаған ортада жоғалады екен. Бұл өз кезегінде экономикалық тиімсіздік пен экологиялық ауыр зардаптарға әкелді. Өсімдіктер қоректенуінде азот тыңайтқыштары маңызды болуына байланысты нарықта басым болғанымен, құрғақ және жартылай құрғақ ауа-райы жағдайларында азоттың шайылуы және булануы арқылы олардың тиімділігі айтарлықтай төмендейді [2, б.25]. Бұл шығындар топырақтың деградациясын күшейтеді, су айдындарының эвтрофикациясына ықпал етеді және парниктік газдар шығарындыларын арттырады. Нәтижесінде табиғи экожүйелерге де, адам денсаулығына да қауіп төндіреді [3, б.1234]. Топыраққа мочевианың жоғары дозаларын енгізу азоттың жоғары концентрациясына әкеліп, өсімдіктерге тиімді әсер етуіне кедергі келтіреді. Азоттың жоғары концентрациялары қоршаған ортаға ғана емес, сонымен қатар ауыл шаруашылық дақылдарына да зиян келтіретін жағымсыз әсерлер тудыратыны белгілі [4, б.63].

Қоректік заттарының шығарылуы бақыланатын немесе баяу босатылатын тыңайтқыштар өсімдіктерге ұзақ уақыт бойы қоректік заттарды біртіндеп жеткізу мақсатында жасалады, осылайша өсімдіктердің сіңіру қабілетін жақсартады және дәстүрлі тыңайтқыштармен салыстырғанда экологиялық тәуекелдерді азайтады [5, б.2]. Қоректік заттардың баяу босатылуына қол жеткізу үшін әртүрлі тәсілдер қолданады, соның ішінде физикалық және химиялық модификациялар, тасымалдаушы материалдарды енгізу және беткі қабатты қаптау/жалату әдістері болып табылады [6, б.3]. Мұндай тыңайтқыштарды әзірлеудің бір нұсқасы – мочевиная әртүрлі полимерлерді енгізу немесе қосу арқылы судың диффузиясын баяулату және суда еритін агентті босату үшін түйіршіктің ішінде матрица жасау [7, б.22]. Қазіргі таңда полимерлі композиттер қоректік заттарының шығарылуы бақыланатын тыңайтқыштарды алу мақсатында жасалады және қолданылады. Ауыл шаруашылығында қолданылатын композиттердің көпшілігі полиакриламидтер сияқты синтетикалық полимерлерден жасалады. Дегенмен, бұл материалдар биологиялық ыдырамайды және топырақ қасиеттеріне теріс әсер етуі мүмкін [8, б.2315]. Целлюлоза, хитозан, альгинат, коллаген және крахмал сияқты биополимерлер қазіргі уақытта баяу босатылатын тыңайтқыштарды әзірлеу үшін кеңінен қолданылып келеді. Осылардың ішінде крахмал биополимер болып табылады және әртүрлі минералды тыңайтқыштармен биоүйлесімді, биологиялық ыдырайтын және уытты емес қасиеттерге ие. Бұл оны ауылшаруашылық мақсаттарында қолдануға өте қолайлы етеді [9, б.1518]. Қоректік заттарының шығарылуын бақылау мақсатында әзірленген крахмал қосылған тыңайтқыштар дәстүрлі тыңайтқыштармен салыстырғанда қоректік заттардың тиімді пайдалануы және қоршаған ортаға теріс әсерін төмендетті [10, б.242]. Сонымен қатар әзірленіп жатқан тыңайтқыштың жаңа түрлерін ауыл шаруашылығында қолдануына байланысты фитоуыттылық қасиеттерін зерттеудің маңызы зор [11, б.286]. Тыңайтқыштың құрамында кездесуі мүмкін фитоуытты заттарды аналитикалық химия әдістерімен анықтауға болады, алайда тест-дақылдарының тыңайтқыш құрамындағы фитоуытты химиялық заттарға сезімталдығы айқын байқалады [12, б. 42; 13, б.113]. Тәжірибелі нұсқаларда тұқым өнгіштігінің 80% кем болмауы өсімдіктерге қатысты фитоуыттылықтың жоқтығын көрсетеді [14, б. 282-283].

Осылайша, мочевиная мен крахмал негізіндегі қоректік заттарының шығарылуы бақыланатын тыңайтқыштарды қолдану арқылы барынша көп тиімділікке қол жеткізу, қоршаған ортаны тұрақтандыру және дақылдарды өсіру шығындарын азайту үшін өте маңызды.

**Зерттеудің мақсаты** – тыңайтқыштардағы крахмал мен мочевиная арақатынасының тыңайтқыштардың физикалық-химиялық және фитотоксикалық қасиеттеріне әсерін бағалау болып табылады.

**Зерттеу міндеттері.** Зерттеу мақсатына сәйкес келесі міндеттер қойылды:

1. Крахмал-мочевиная жүйесінде компоненттердің әртүрлі массалық қатынастарының тыңайтқыштың механикалық беріктігіне, шайылу қарқындылығына және қоректік заттардың босап шығу жылдамдығына әсерін анықтау;

2. 2% калий гидроксиді ерітіндісінің крахмалдың желатинизациясына және түйіршік құрылымының қалыптасуына ықпалын бағалау;

3. Тыңайтқыш түйіршіктерінің ылғал жағдайындағы тұрақтылығы мен технологиялық қасиеттерін талдау, әртүрлі құрамдардың топырақтағы биодegradация деңгейін зерттеу;

4. Тыңайтқыштың фитотоксикалық әсерін кресс-салат биотесті арқылы анықтап, өсімдіктің бастапқы өсуіне ықпалын бағалау.

**Зерттеу материалдары мен әдістері.** Түйіршіктер крахмал мен мочевинаядан тұратын әртүрлі крахмал-мочевиная тыңайтқыштарының үлгілерін 20/80, 40/60, 50/50 және 80/20 қатынасында және крахмалдың желатинизациясын жақсарту үшін 2%-тік калий гидроксидін қосу арқылы алынды.

Зертханада әртүрлі крахмал-мочевиная тыңайтқыштарының үлгілерін дайындау мочевинаяны суда еріту, калий гидроксидін қосу, содан кейін крахмал қосудан тұрды. Содан кейін ерітінді 60–80°C дейін қыздырылып, гель пайда болғанша араластырылды. Салқындатылған гель тәрізді үлгілер түйіршіктер алу мақсатында экструдерден өткізілді. Экструзия процесі 60–80°C температурада жүргізілді. Шикізат жоғарыдан экструдер бұрандасына берілді; шикізат тор тесіктері арқылы өткізілген кезде тығыздалу және түйіршіктердің пайда болуы орын алды (саңылаудың диаметрі 4,0 мм). Қалыптасқан түйіршіктер арнайы пышақпен кесіліп, кептіргішке жіберілді. Экструдирленген түйіршіктердің диаметрі 4,0 мм, ал ұзындығы 5 мм болды.

Түйіршіктердің статистикалық беріктігі ОСПГ-1М ондық сағатына ұқсас мамандандырылған құрылғыны пайдаланып, әр үлгінің 20 түйіршігін ұсақтау арқылы анықталды. Барлық түйіршіктер құрылғыда тізбектей ұсақталды, ал күш шкала бойынша өлшенді. Нәтижелер бір түйіршікті ұсақтау үшін қажетті күш пен түйіршіктің көлденең қимасының ауданын пайдаланып, тиісті формуланы пайдаланып есептеу арқылы өңделді [15, б.129]. Абразивті тозу шығыны жоғалған массаның пайыздық көрсеткіші ретінде құм салынған пластикалық бөтелкеде тыңайтқыш түйіршіктерін шайқау арқылы анықталды. Бұл сынақ үшін әр үлгінің 1 г түйіршігі және 50 г таза, електен өткен құм көлемі 0,5 л пластикалық бөтелкеге салынды. Үлгі қолмен минутына 50 рет, үш рет қайталыммен шайқалды. Содан кейін түйіршіктер електен өткізіліп, қалдығы өлшеніп, масса шығыны пайызбен есептелді.

Мочевинаяны шайылу көрсеткіші 5 г тыңайтқыш үлгісін 25-30°C температурада 30 мл дистилденген суда 1 сағат бойы жібіту және бензальдегидті қолданатын колориметриялық әдіс арқылы анықталды.

Алынған крахмал мочевина негізіндегі тыңайтқыш үлгілері топырақ ылғалдылығы 30% жағдайында 30 тәулік бойы топыраққа көмілді. Тыңайтқыштың фитотоксикалық қасиеттерін анықтау үшін жоғарыда аталған топырақтан үлгілер алынып, тазартылған сумен 1:2 қатынасында араластырылды, ал су-топырақ қоспасы 25°C температурада 6 сағат бойы шайқалды. Кейін 20°C температурада 20 минут бойы 8000 айн/мин жылдамдықпен центрифугаланды, содан кейін сүзгіден өткізілді [16, б.852]. Алынған супернатант 0, 25, 50, 75 және 100% экстракт концентрациясын алу үшін тазартылған сумен сұйылтылды. Бақылау нұсқасы ретінде дистилденген су алынды. Фитотоксикалық қасиеттерді бағалау үшін кресс-салат тұқымдары қолданылды. Шыны Петри табақшаларына сүзгі қағазы төселіп, зарарсыздандырылды. Әрбір Петри табашасына бес миллилитр сығынды қосылды және 10 кресс-салат (*Lepidium sativum*) тұқымы біркелкі жайғастырылды. Термостатта 25°C температура жағдайында 72 сағат бойы инкубациялағаннан кейін өну энергиясы есептелді, ал жетінші күні тамыр мен өскіннің ұзындығы (см) өлшенді.

**Зерттеу нәтижелері.** Суда еріген мочевианың жоғары мөлшері төмен температурада крахмалдың тез желатинденуіне ықпал етеді, бұл крахмал мен мочевина негізіндегі тыңайтқыштарды дайындауды айтарлықтай жеңілдетеді. Мочевианың төмен қатынасында крахмалдың желатинденуі күшті сілті немесе жылу қатынасы арқылы жүзеге асырылды. Екі жағдайда да құрғақ крахмалмен араластырғанда ұсақ бөлшектерге оңай ыдырап, қайта жабысып қалмайтын резеңке тәрізді масса алынды. Крахмал мен мочевианың әртүрлі қатынасынан алынған және калий гидроксиді сияқты күшті сілтіні қосуна байланысты физикалық-химиялық қасиеттері анықталды (1-кесте). Түйіршіктердің беріктігі крахмалдың үлесіне тәуелді болып келді. Ең сынғыш түйіршіктер №1 және №2 үлгілерде анықталды, онда крахмал мен мочевина қатынасы 20/80 болды, бірақ тыңайтқышқа калий гидроксидін қосу арқылы түйіршіктердің беріктік көрсеткіштерінің артқанын байқауға болады. Крахмал мен мочевианың арақатынасы 40/60 жағдайында №3 және №4 үлгілерде беріктік көрсеткіштері 1,0-1,2 МПа артып, күшті сілтінің әсері байқалмады. Тыңайтқыштағы крахмал мен мочевианың арақатынасы тең болғанда (50/50), №5 және №6 үлгілердегі түйіршік беріктігі жоғары болды, бірақ калий гидроксиді қосылған үлгіде беріктік қасиеттері сәл жоғарылады. Жалпы күшті сілтінің 2%-дық ерітіндісін қосу арқылы крахмалдың желатинизациясы жақсарды, бұл өз кезегінде түйіршіктің беріктік қасиеттерін жақсартады және біртекті құрылымды қамтамасыз етеді. Крахмал мен мочевианың 80/20 арақатынасындағы №7 және №8 үлгілердің түйіршік беріктігі крахмал мен мочевианың арақатынасы 50/50 болғандағы түйіршік беріктігімен бірдей мәндерде анықталды.

Тыңайтқыш үлгілерінің абразивті тозу шығыны мочевина мен крахмалдық үлестік ара қатынасына тәуелді. Тыңайтқыш құрамында крахмал мөлшері 20% және күшті сілтілер ерітіндісі қосылмаған №1 үлгіде тозу шығыны 10-12%-ға жетсе, крахмал үлесі 50%-дан 80%-ға дейінгі нұсқаларда тозу шығындары минималды мәндерді – 1-2% құрады. Күшті сілтілерді қосу крахмал матрицасындағы молекулалары байланыстарды арттырады және тозу шығындарын айтарлықтай азайтады. Мочевианың 1 сағат аралығындағы шайылу жылдамдығын анықтау қоректік заттарының шығарылуы бақыланатын немесе баяу босатылатын тыңайтқыштарды әзірлеуде өте маңызды. Крахмал-мочевина негізіндегі тыңайтқыштарда мочевианың үлесі 80%-ды құраған жағдайда үлгілердің шайылу мәндері 65%-ға жетті. Тыңайтқыштың пайыздық үлесіндегі мочевианың басым болуы крахмалдың тиімді тосқауылдық қасиеттерін төмендетеді. Керісінше, мочевианың крахмалға қатынасы 20/80 үлгілерде шайылу жылдамдығы баяу жүреді. Крахмал мен мочевианың барлық сыналған қатынастарында калий гидроксиді сияқты күшті сілтіні қосу шайылу үрдісін 5-6%-ға төмендетіп, қоректік заттардың жоғалуына кедергі болатынын атап өту маңызды. Бұл мочевианың диффузиясына кедергі келтіретін тығыз гель құрылымының түзілуіне байланысты. Сүзіндінің едәуір мөлдір немесе әлсіз бұлыңғырлығы байқалған нұсқалар №5 және №6 болды. Қалған үлгілерде уақыт өте келе сүзінділердің лайлы, әрі бұлыңғыр екенін байқауға болады. Қолданудың қарапайымдылығы тұрғысынан алғанда тыңайтқыштың крахмал мөлшерін арттыру жабысқақтықты азайтты. Үлестік мөлшері 80% крахмалдан тұратын №7 және №8 үлгілерінің түйіршіктері жабысқақ емес және қолдануға ыңғайлы болды.

Зерттелген барлық қасиеттерді крахмал мен мочевианың барлық арақатынасы үшін бөлек қарастырсақ, келесі заңдылықтарды анықтауға болады. №1 және №2 зертханалық үлгілерде крахмал мен мочевианың қатынасы 20/80 болғандықтан, түйіршіктердің беріктігі төмен болды, себебі мочевианың жоғары мөлшері (80%) крахмал матрицасын әлсіретеді. Нәтижесінде, түйіршіктер қысу және үйкелу кезінде сынуға бейім болды, салмақ жоғалту, яғни тозу көрсеткіштері 5-12% құрады. Калий гидроксидінің 2%-дық ерітіндісін қосу крахмалдың желатинизациясының жақсаруына байланысты түйіршіктердің беріктігін 0,2-0,3 МПа-ға арттырды. Мочевианың шайылу мәндерінің жоғары болуы (30 мл суда 1 сағатта 55-65%) тыңайтқыш құрамындағы крахмал мөлшерінің төмен болуына байланысты жеткілікті деңгейде тығыз матрица түзбеуінен болды. Диаметрі 3-4 мм түйіршіктер қолдануға ыңғайлы, бірақ олардың беріктігі төмен болғандықтан, тасымалдау немесе топыраққа енгізу кезінде ыдырап кетуі мүмкін. Әлсіз матрицаға байланысты тыңайтқыш сүзіндісі бұлыңғыр, ал түйіршіктер суланған кезде жабысқақ болды, бұл өз кезегінде ауыл шаруашылығында қолдануды қиындатады. Мочевианың үлестік мөлшері жоғары болғанда тыңайтқыш бетінде кристалдар пайда болып, матрицаның тұрақтылығын төмендетеді.

1 кесте – Крахмалдың мочевиная қатынасының және КОН қосудың түйіршіктердің қасиеттеріне әсері

№	Крахмал, %	Мочевина, %	КОН	Сипаттамасы				
				Түйіршіктер беріктігі	Тозу көрсеткіші, %	Мочевинаның 1 сағатта бөлінуі	Сүзінді	Қолдануы
1	20	80	-	Әлсіз, сынғыш 0,5–0,8 МПа	10-12%	65%	Бұлыңғыр	Біртексіз, жабысқақ түйіршіктер
2	20	80	2%	Әлсіз, сынғыш 0,8-1,0 МПа	5-7%	55%	Бұлыңғыр	Біртексіз, жабысқақ түйіршіктер
3	40	60	-	Берік 1,0-1,2 МПа	4-5%	45%	Бұлыңғыр	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақтығы бірқалыпты
4	40	60	2%	Берік 1,0-1,2 МПа	3-4%	35%	Бұлыңғырлығы төмен	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақтығы бірқалыпты
5	50	50	-	Берік 1,0–1,2 МПа	3-4%	35%	Бұлыңғырлығы төмен	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақтығы төмен
6	50	50	2%	Берік 1,2-1,5 МПа	1-2%	30%	Мөлдір	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақ емес
7	80	20	-	Берік 1,0-1,2 МПа	1-2%	26%	Әлсіз бұлыңғыр	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақ емес
8	80	20	2%	Берік 1,2-1,5 МПа	1-2%	20%	Әлсіз бұлыңғыр	Қолдануға ыңғайлы, жабысқақ емес

Крахмал мен мочевианың арақатынасы бірдей түйіршіктердің сипаттамаларын зерттеген кезде (№5 және №6 үлгілер), крахмалдың салыстырмалы түрде жоғары мөлшері полимер матрицасын нығайтып, түйіршіктің беріктігін жақсартып, №1, №2 және №4 тәжірибелік үлгілермен салыстырғанда мочевианың бөлінуін баяулататыны көрсетілді. Сонымен қатар, азоттың айтарлықтай мөлшері сақталады. Крахмалдың жоғары мөлшері полимер матрицасының беріктігін арттырады. Түйіршіктің беріктігі 1,0-1,2 МПа құрайды, ал тозу шығындары 3-4%-ға азаяды. Жалпы алғанда, №7 және №8 үлгілер оңтайлы механикалық қасиеттерді көрсетті. Мочевианың баяу бөлінуі топырақта 3-5 ай ішінде ұзақ уақыт бөлінуіне сәйкес келеді. Мочевианың төмен мөлшері (20%) бірлік массаға шаққандағы азот тиімділігін шектесе де, крахмал мен мочевианың бұл қатынасы өнімді тұрақтырақ, экологиялық таза және өсімдіктердің баяу қоректенуі үшін қауіпсіз етеді. Диаметрі 3-4 мм түйіршіктер біркелкі қалыптасқан, ұсақталмаған және жабыспайды. Жібіткеннен кейінгі сүзінді мөлдір немесе аздап бұлыңғыр болды, бұл тығыз құрылымды көрсетеді.

Крахмал-мочевина тыңайтқыштарын 40/60 және 20/80 арақатынасында топырақта 30 күн бойы 30% ылғалдылықта көмгеннен кейін алынған топырақ сүзінділері топырақта биодеградацияның жоғары жылдамдығын көрсетті. Кресс салаты тұқымдарының өнгіштігі тыңайтқышсыз топырақ сығандысының өртүрлі концентрациясында 100% болды. Дәл осындай нәтижелер барлық сынақ концентрацияларында 40/60 қатынасында (№1) крахмал-мочевина тыңайтқыштарының нұсқаларында байқалды. №2 нұсқадағы тұқымның өнгіштігі үшін 25-75% концентрациясы 100% деңгейінде болды, ал 100% топырақ сүзгісі өнгіштік көрсеткіштерін 5%-ға төмендегенін көрсетті. Бұл өсу мен дамудың бастапқы кезеңдерінде өсімдіктерге теріс әсер ететін қоректік заттардың тез бөлінуіне байланысты болуы мүмкін.

2 кесте – Крахмалды-мочевиналы тыңайтқышы енгізілген топырақ сулы сүзінділерінің кресс салат өскіндерінің көрсеткіштеріне әсері

Нұсқа		Тұқымның енгіштігі, %	Тамырша ұзындығы, см	Бақылауға қатысты, %	Өскін ұзындығы, см	Бақылауға қатысты, %
Бақылау		100%	4,17	100%	4,57	100%
Крахмал-мочевина 40/60	25%	100%	4,67	112%	4,27	93%
	50%	100%	4,51	108%	4,84	106%
	75%	100%	4,1	98%	4,62	101%
	100%	100%	3,14	75%	4,42	97%
Крахмал-мочевина 20/80	25%	100%	5,3	127%	4,36	95%
	50%	100%	4,65	111%	4,44	97%
	75%	100%	4,55	109%	4,33	95%
	100%	95%	4,13	99%	4,55	99%

Сонымен қатар кресс салатының тамыр және өскіннің ұзындықтары өлшенді. №1 нұсқада өскіндердің ұзындығы 25% топырақ сығындысының концентрациясында 7%-ға, ал 50% концентрациясында керісінше бақылаумен салыстырғанда 6% өсуді ынталандырушы әсер көрсетті. № 2 нұсқадағы өскіндердің ұзындығында айтарлықтай айырмашылықтар болған жоқ, барлық көрсеткіштер бақылау деңгейінде атап өтілді. Тамырдың өсу көрсеткіштерін бақылау кезінде топырақ сүзіндісінің концентрациясы 100% болатын №1 нұсқада 25% – ға дейінгі өсудің қатты тежелуі байқалды. Керісінше топырақ сүзіндісінің 25% концентрациясы №1 және №2 тәжірибелік нұсқаларда сәйкесінше 12% және 27% өсуді ынталандырушы әсерді байқатты.

**Талқылау.** Xiaoqi Wei [17, б.867] өз зерттеулерінде мочевианың полимерге ара қатынасы ұлғайған сайын алғашқы 8 сағатта мочевианың шайылу көрсеткіші де өсіп отырғанын байқаған. Сонымен қатар басқа қымбат және ыдырамайтын полимерлерге қарағанда крахмалды қолданудың өзектілігі артып келеді. Қазіргі таңда крахмал-мочевиналы тыңайтқыштарды алу жолдары түрлендіріліп, табиғи көмірдің нанобөлшектерін, акрилді мономерлерді [18, б.3], хитозанды [19,б.1322] қолдана отырып, қасиеттерін жақсартуға қол жеткізу үстінде.

Практикалық тұрғыда механикалық беріктікті, абразивті тозуға төзімділікті және азоттың ұзақ уақыт босап шығуын оңтайлы үйлестіру үшін крахмал-карбамид гранулаларын масса бойынша 50:50 қатынаста қолдану ұсынылады. Бұл құрам гранулалардың беріктігін 1,0–1,2 МПа деңгейінде қамтамасыз етеді және тасымалдау мен енгізу кезіндегі шығынды 1–2%-ға дейін төмендетеді. Жеңіл топырақтарда және азоттың шайылып кету қаупі жоғары жағдайларда крахмал үлесін 60–80%-ға дейін арттыру тиімді, бұл ұзақ әсер ету қасиетін күшейтеді. Крахмалды желатиндеу және тығыз биополимерлік матрица қалыптастыру үшін 2%-дық калий гидроксиді ерітіндісін қолдану қажет. Тыңайтқышты тұқымды себу алдындағы өңдеу жұмыстарын жүргізу кезінде енгізу ұсынылады, норма азоттың нақты мөлшері бойынша есептеледі. Суару жағдайында бір реттік мөлшерді әдеттегі карбамидпен салыстырғанда 10–15%-ға азайтуға болады.

**Қорытынды.** Бұл деректер крахмал-мочевина қатынасының, сондай-ақ калий гидроксидінің тыңайтқыш қасиеттеріне айтарлықтай әсерін көрсетеді. Крахмалдың жоғары мөлшері (80/20) оңтайлы механикалық қасиеттерді және мочевианың минималды жоғалуын қамтамасыз етеді, бұл мұндай құрамдарды ұзақ мерзімді қоректік заттардың бөлінуіне перспективалы етеді. Дегенмен, азоттың тез енгізілуін қажет ететін дақылдар үшін мочевианың жоғары мөлшері (20/80) қолайлы, алайда бұл түйіршіктердің беріктігін және қоректік заттардың қоршаған ортада жоғалуын арттырады. Күшті сілтілер ерітіндісін қосу арқылы тыңайтқыш құрамындағы крахмалдың желатинизациясын жақсартуға қол жеткізуге болады, нәтижесінде тығыз және тұрақты матрица пайда болады. Дегенмен, тыңайтқыш түйіршіктерін жібіту кезінде жабысқақтық көрсеткіштері артып, жоғары ылғалдылық жағдайында қолдануды қиындатуы мүмкін. Өртүрлі крахмал-мочевина қатынасы бар үлгілерде күшті сілті қосылған 50/50 қатынасы ең тиімді екені анықталды. Крахмалдың үлесі жоғары үлгілер үшін калий гидроксидінің әсері айқын байқалмайды, себебі крахмалдың өзі жеткілікті беріктік пен тосқауыл қасиеттерін қамтамасыз етеді.

Сондықтан түйіршіктің оңтайлы құрамы агрономиялық талаптар мен мақсаттарға байланысты: КОН-сыз 80/20 қатынасы максималды беріктік пен мочевианың минималды шайылуын қамтамасыз етеді, бұл ұзақ мерзімді қоректік заттардың шығарылуы бақыланатын тыңайтқыштар үшін өте қолайлы. 2% калий гидроксиді қосылған 50/50 қатынасы орташа жылдамдықтағы қоректік заттардың босатылуы бар тыңайтқыш жасаудың жақсартылған сипаттамаларын көрсетеді. Тыңайтқыштардағы мочевианың жоғары мөлшері (80/20) тез шайылу жылдамдығын көрсетеді, бірақ бұл көрсеткіш дәстүрлі минералды тыңайтқыштардың шайылу жылдамдығымен салыстырғанда әлдеқайда аз. Алайда тыңайтқыш түйіршіктерінің беріктігі мен тұрақтылығын қамтамасыз ету үшін калий гидроксидін қосу маңызды.

Зерттеу нәтижелері крахмал-мочевина тыңайтқыштарының (40/60 және 20/80) топырақта биодеградациясының жоғары жүретінін және фитотоксикалық әсерінің төмен екенін көрсетті. Жеке жағдайларда байқалған өсудің аздаған тежелуі қоректік заттардың жылдам бөлінуімен түсіндірілгенімен,

жалпы алғанда тыңайтқыштар кресс салатының бастапқы өсуіне қауіп төндірмей, кейбір концентрацияларда өсуін ынталандыратыны анықталды.

**Қаржыландыру бойынша ақпарат.** Зерттеулер 2025-2027 жылдарға арналған ғылыми және (немесе) ғылыми-техникалық жобалар бойынша жас ғалымдарды гранттық қаржыландыруға арналған «Агроөнеркәсіптік кешенді тұрақты дамыту» басым бағыты бойынша ЖТН АР27509977 «Ауыл шаруашылығы дақылдарының өнімділігі мен тұрақтылығын арттыру үшін қоректік заттардың шығарылуы бақыланатын полимерлі модификацияланған минералды тыңайтқыштарды әзірлеу және қолдану» тақырыбындағы жобаның қаржылық қолдауы бойынша жүргізілді.

#### ӘДЕБИЕТТЕР:

1. **Vejan P., Khadiran T., Abdullah R., Ahmad N. Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture** [Текст] / Vejan P. // *Journal of controlled Release*. – 2021. – Т. 339. – С. 321-334. DOI: 10.1016/j.jconrel.2021.10.003.
2. **Kelvin Harrison Diri, Toleuov Adilbek Uteshovich, Zhanzakov Bakhtiyar Zhetpisbaevich, Jemimah Teknikio Bomana. Evaluating the influence of mineral fertilizers in the growth and yield of yantar durum wheat cultivar in Central Kazakhstan's Karaganda region** [Текст] / Diri K. H. // *International Journal of Novel Research in Interdisciplinary Studies*. – 2024. – 11(3). – С. 24–32. DOI:10.5281/zenodo.11476377.
3. **Chaudhary V., Yeshpal N. Bio-polymer based slow release/control release fertilizer** [Текст] / Chaudhary V. // *Res. Jr. Agril. Sci.* – 2023. – Т. 14. – №. 5. – С. 1234-1240.
4. **Кармацких А.А., Редозубов Д.С. Обзор удобрений на основе мочевины с контролируемым высвобождением азота** [Текст] / Кармацких А.А. // *Вестник Государственного аграрного университета Северного Зауралья*. – 2017. – №. 2. – С. 63-66.
5. **Gil-Ortiz R., Naranjo M.Á., Ruiz-Navarro A., Atares S., García C., Zotarelli L., Vicente O. Enhanced agronomic efficiency using a new controlled-released, polymeric-coated nitrogen fertilizer in rice** [Текст] / Gil-Ortiz R. // *Plants*. – 2020. – Т. 9. – №. 9. – С. 1-17. DOI:10.3390/plants9091183.
6. **Kassem I., Ablouh E.H., El Bouchtaoui F.Z., Jaouahar M., El Achaby M. Polymer coated slow/controlled release granular fertilizers: Fundamentals and research trends** [Текст] / Kassem I. // *Progress in Materials Science*. – 2024. – Т. 144. – С. 101269. DOI:10.1016/j.pmatsci.2024.101269.
7. **Han X., Chen S., Hu X. Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinyl alcohol coating** [Текст] / Han X. // *Desalination*. – 2009. – Т. 240. – №. 1-3. – С. 21-26. DOI:10.1016/j.desal.2008.01.047.
8. **León O., Soto D., Munoz-Bonilla A., Fernandez-Garcia M. Amylose modified starches as superabsorbent systems for release of potassium fertilizers** [Текст] / León O. // *Journal of Polymers and the Environment*. – 2022. – Т. 30. – №. 6. – С. 2314-2328. DOI:10.1007/s10924-021-02352-7.
9. **Pasqui D., De Cagna M., Barbucci R. Polysaccharide-based hydrogels: the key role of water in affecting mechanical properties** [Текст] / Pasqui D. // *Polymers*. – 2012. – Т. 4. – №. 3. – С. 1517-1534. DOI:10.3390/polym4031517.
10. **Wu L., Liu M. Preparation and properties of chitosan-coated NPK compound fertilizer with controlled-release and water-retention** [Текст] / Wu L. // *Carbohydrate polymers*. – 2008. – Т. 72. – №. 2. – С. 240-247. DOI: 10.1016/j.carbpol.2007.08.020.
11. **Araújo A. Plant bioassays to assess toxicity of textile sludge compost** [Текст] / Araújo A. // *Scientia Agricola*. – 2005. – Т. 62. – С. 286-290. DOI:10.1590/S0103-90162005000300013.
12. **Barral M. A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator** [Текст] / Barral M. // *Dyn. Soil Dyn. Plant*. – 2011. – Т. 5. – №. 2. – С. 36-44.
13. **Luo Y. Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects** [Текст] / Luo Y. // *Waste Management*. – 2018. – Т. 71. – С. 109-114. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.09.023.
14. **Rafikova G.F. Accelerated bioconversion of cow dung into concentrated organic fertilizer using microbial composition** [Текст] / Rafikova G.F. // *International journal of recycling organic waste in agriculture*. – 2021. – Т. 10. – №. 3. – С. 275-285. DOI:10.30486/ijrowa.2021.1902504.1114.
15. **Вотолин К.С., Жеребцов С.И., Смотрина О.В., Исмагилов З.Р. Оптимизация состава и режимов получения комплексных гранулированных гуматных удобрений** [Текст] / Вотолин К.С. // *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. – 2018. – №. 2 (126). – С. 127-134. DOI: 10.26730/1999-4125-2018-2-127-133.
16. **Miteluț A.C., Țu I., Mănăilă E., Popa E.E., Dănăilă-gudea S., Geicu-cristea M., Popa M.E. Research on the biodegradability and ecotoxicity of some biohydrogels** [Текст] / Miteluț A.C. // *Scientific Papers. Series A. Agronomy*. – 2024. – Т. 67. – №. 1.
17. **Wei X., Bao X., Yu L., Liu H., Lu K., Chen L., Li W. Correlation between gel strength of starch-based hydrogel and slow release behavior of its embedded urea** [Текст] / Wei X. // *Journal of Polymers and the Environment*. – 2020. – Т. 28. – №. 3. – С. 863-870. DOI: 10.1007/s10924-020-01653-7.

18. Salimi M. et al. **Starch-g-poly (acrylic acid-co-acrylamide) composites reinforced with natural char nanoparticles toward environmentally benign slow-release urea fertilizers** [Текст] / Salimi M. // *Journal of Environmental Chemical Engineering*. – 2020. – Т. 8. – №. 3. – С. 103765. DOI: 10.1016/j.jece.2020.103765.

19. Pimsen R. et al. **Efficiency enhancement of slow release of fertilizer using nanozeolite-chitosan/sago starch-based biopolymer composite** [Текст] / Pimsen R. // *Journal of Coatings Technology and Research*. – 2021. – Т. 18. – №. 5. – С. 1321-1332. DOI:10.1007/s11998-021-00495-9.

#### REFERENCES:

1. Vejan P., Khadiran T., Abdullah R., Ahmad N. **Controlled release fertilizer: A review on developments, applications and potential in agriculture**. *Journal of controlled Release*, 2021, vol. 339, pp. 321-334. DOI: 10.1016/j.jconrel.2021.10.003.

2. Kelvin H., Toleuov A., Zhanzakov B. **Evaluating the influence of mineral fertilizers in the growth and yield of yantar durum wheat cultivar in Central Kazakhstan's Karaganda region**. *International Journal of Novel Research in Interdisciplinary Studies*, 2024, vol. 11, iss. 3, pp. 24-32. DOI:10.5281/zenodo.11476377.

3. Chaudhary V., Yeshpal N. **Bio-polymer based slow release/control release fertilizer**. *Research Journal of Agricultural Sciences*, 2023, vol. 14, iss. 5, pp. 1234-1240.

4. Karmackih A., Redozubov D. **Obzor udobrenij na osnove mocheviny' s kontroliruemy'm vy'svobozhdeniem azota** [Review of controlled-release urea based fertilizers]. *Vestnik Gosudarstvennogo agrarnogo universiteta Severnogo Zaural'ya*, 2017, vol. 2, p. 63-66. (In Russian)

5. Gil-Ortiz R., Naranjo M. Á., Ruiz-Navarro A. **Enhanced agronomic efficiency using a new controlled-released, polymeric-coated nitrogen fertilizer in rice**. *Plants*, 2020, vol. 9, iss. 9, pp. 1-17. DOI:10.3390/plants9091183.

6. Kassem I., Ablouh E., El Bouchtaoui F. **Polymer coated slow/controlled release granular fertilizers: Fundamentals and research trends**. *Progress in Materials Science*, 2024, vol.144, art. 101269. DOI:10.1016/j.pmatsci.2024.101269.

7. Han X., Chen S., Hu X. **Controlled-release fertilizer encapsulated by starch/polyvinyl alcohol coating**. *Desalination*, 2009, vol. 240, iss. 1-3, pp. 21-26. DOI:10.1016/j.desal.2008.01.047.

8. León O., Soto D., Munoz-Bonilla A. **Amylose modified starches as superabsorbent systems for release of potassium fertilizers**. *Journal of Polymers and the Environment*, 2022, vol. 30, iss. 6, pp. 2314-2328. DOI:10.1007/s10924-021-02352-7.

9. Pasqui D., De Cagna M., Barbucci R. **Polysaccharide-based hydrogels: the key role of water in affecting mechanical properties**. *Polymers*, 2012, vol. 4, iss. 3, pp. 1517-1534. DOI:10.3390/polym4031517.

10. Wu L., Liu M. **Preparation and properties of chitosan-coated NPK compound fertilizer with controlled-release and water-retention**. *Carbohydrate polymers*, 2008, vol. 72, iss. 2, pp. 240-247. DOI:10.1016/j.carbpol.2007.08.020.

11. Araújo A. **Plant bioassays to assess toxicity of textile sludge compost**. *Scientia Agricola*, 2005, vol. 62, pp. 286-290. DOI:10.1590/S0103-90162005000300013.

12. Barral M. **A review on the use of phytotoxicity as a compost quality indicator**. *Dynamic Soil, Dynamic Plant*, 2011, vol. 5, iss. 2, pp. 36-44.

13. Luo Y. **Seed germination test for toxicity evaluation of compost: Its roles, problems and prospects**. *Waste Management*, 2018, vol. 71, pp. 109-114. DOI:10.1016/j.wasman.2017.09.023.

14. Rafikova G. F. **Accelerated bioconversion of cow dung into concentrated organic fertilizer using microbial composition**. *International journal of recycling organic waste in agriculture*, 2021, vol. 10, iss. 3, pp. 275-285. DOI:10.30486/ijrowa.2021.1902504.1114.

15. Votolin K., Zherebcov S., Smotrina O. **Optimizaciya sostava i rezhimov polucheniya kompleksny'h granulirovanny'h gumatny'h udobrenij** [Optimization of composition and operating mode of receiving the complex granular humic fertilizers]. *Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tehničeskogo universiteta*, 2018, vol. 2, iss.126, pp. 127-134. DOI: 10.26730/1999-4125-2018-2-127-133. (In Russian)

16. Miteluț A., Țu I., Mănăilă E. **Research on the biodegradability and ecotoxicity of some biohydrogels**. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2024, vol. 67, iss.1, pp. 850-856.

17. Wei X., Bao X., Yu L. **Correlation between gel strength of starch-based hydrogel and slow release behavior of its embedded urea**. *Journal of Polymers and the Environment*, 2020, vol. 28, iss. 3, pp. 863-870. DOI: 10.1007/s10924-020-01653-7.

18. Salimi M. **Starch-g-poly (acrylic acid-co-acrylamide) composites reinforced with natural char nanoparticles toward environmentally benign slow-release urea fertilizers**. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 2020, vol. 8, iss. 3, pp. 103765-103775. DOI: 10.1016/j.jece.2020.103765.

19. Pimsen R. **Efficiency enhancement of slow release of fertilizer using nanozeolite-chitosan/sago starch-based biopolymer composite**. *Journal of Coatings Technology and Research*, 2021, vol. 18, iss. 5, pp. 1321-1332. DOI:10.1007/s11998-021-00495-9.

**Авторлар туралы мәліметтер:**

Макенова Меруерт Мейрамовна\* – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 01000, Астана қ., Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87024390269, e-mail: m.makenova@kazatu.edu.kz.

Бостубаева Макпал Булатовна – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 01000, Астана қ., Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87071031326, e-mail: m.bostubayeva@kazatu.edu.kz.

Бахралинова Айжан Сагидуловна – PhD, аға оқытушы, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 01000, Астана қ., Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87075678070, e-mail: kosheva\_aizhan@mail.ru.

Арапов Айдос Айтпаевич – «Табиғи ресурстарды тұрақты басқару» ББ 1 курс магистранты, «С.Сейфуллин атындағы Қазақ агротехникалық зерттеу университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 01000, Астана қ., Жеңіс даңғ, 62, тел.: 87056577145, e-mail: arapov\_18.03@mail.ru.

Makenova Meruyert Meiramovna\* – PhD, Senior Lecturer, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, Astana, 01000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87024390269, e-mail: m.makenova@kazatu.edu.kz.

Bostubayeva Makpal Bulatovna – PhD, Senior Lecturer, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 01000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87071031326, e-mail: m.bostubayeva@kazatu.edu.kz.

Bakhralinova Aizhan Sagidulovna – PhD, Senior Lecturer, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 01000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87075678070, e-mail: kosheva\_aizhan@mail.ru.

Arapov Aidos Aitpayevich – 1st year Master's student of the "Sustainable Management of Natural Resources" educational program, S.Seifullin Kazakh Agro Technical Research University NCJSC, Republic of Kazakhstan, 01000, Astana, 62 Zhenis Ave., tel.: 87056577145, e-mail: arapov\_18.03@mail.ru.

Макенова Меруерт Мейрамовна\* – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 01000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: 87024390269, e-mail: m.makenova@kazatu.edu.kz.

Бостубаева Макпал Булатовна – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 01000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: 87071031326, e-mail: m.bostubayeva@kazatu.edu.kz.

Бахралинова Айжан Сагидуловна – PhD, старший преподаватель, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 01000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: 87075678070, e-mail: kosheva\_aizhan@mail.ru.

Арапов Айдос Айтпаевич – магистрант 1 курса ОП «Устойчивое управление природными ресурсами», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет им. С. Сейфуллина», Республика Казахстан, 01000, г. Астана, проспект Женис, 62, тел.: 87056577145, e-mail: arapov\_18.03@mail.ru.

МРНТИ 68.39.18

УДК 636.2.034

<https://doi.org/10.52269/SRDG2611159>

**ВЛИЯНИЕ ШОКОВОЙ ЗАМОРОЗКИ МОЛОЗИВА НА СОХРАННОСТЬ ИММУНОГЛОБУЛИНА G И ПЕРЕДАЧУ ПАССИВНОГО ИММУНИТЕТА НОВОРОЖДЁННЫМ ТЕЛЯТАМ**

Муратов Д.К.\* – докторант по ОП 8D08201 – Технология производства продуктов животноводства кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Папуша Н.В. – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

Кубекова Б.Ж. – PhD, старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», г. Костанай, Республика Казахстан.

В данной статье представлена сравнительная оценка стандартной и шоковой технологий замораживания молозива сохранности иммуноглобулина G (IgG) и показателей передачи пассивного иммунитета у телят. В контролируемом эксперименте 20 новорождённых тёлочек голштинской