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 тёлок голштинской

*породы были разделены на две группы (n=10), получавшие молозиво, замороженное по разным технологиям. Качество молозива оценивалось рефрактометрически, концентрация IgG в молозиве и уровень сывороточного IgG у телят определены методом радиальной иммунодиффузии, кровь отобрана через 48 часов после рождения. Результаты показали, что при исходно одинаковом качестве молозива (23,50 ± 0,10 %Brix) после размораживания шоковая заморозка обеспечивала более высокую концентрацию IgG по сравнению со стандартной (57,80 ± 1,45 г/л против 52,35 ± 3,31 г/л, p <0,01), при тенденции к более высоким значениям %Brix (23,35 ± 0,28 и 21,07 ± 0,45, p = 0,12), также были выше сухое вещество (28,96 ± 0,63% и 27,16 ± 1,55%, p = 0,04) и протеин (22,68 ± 0,47% и 20,19 ± 0,89%, p <0,01). При этом ключевой показатель уровня сывороточного IgG у телят через 48 часов достоверно не различался между группами (*22,29 ± 4,24 *и* 21,12 ± 3,85 мг/мл ± *3,85 мг/мл, p=0,18), и во всех случаях передача иммунитета была успешной (IgG >10 мг/мл). К двухмесячному возрасту показатели роста и биохимии крови между группами были сопоставимы (p >0,05). Таким образом, при использовании молозива высокого качества обе технологии обеспечивают полноценную пассивную иммунизацию, тогда как шоковая заморозка может рассматриваться как технологическое улучшение для банков молозива за счёт более высокой сохранности IgG и белковой фракции после размораживания.*

Ключевые слова: *телята, молозиво, шоковая заморозка, пассивный иммунитет, иммуноглобулин G.*

УЫЗДЫ ЖЕДЕЛ МҰЗДАТУДЫҢ G ИММУНОГЛОБУЛИНІНІҢ САҚТАЛУЫНА ЖӘНЕ ЖАҢА ТУҒАН БҰЗАУЛАРҒА ПАССИВТІ ИММУНИТЕТТІҢ БЕРІЛУІНЕ ӘСЕРІ

Муратов Д.К. – 8D08201 Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы мамандығы бойынша докторант, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.*

Папуша Н.В. – ауыл шаруашылығы ғылымдарының кандидаты, азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

Кубекова Б.Ж. – PhD докторы, азық – түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қостанай қ., Қазақстан Республикасы.

*Бұл мақалада уызды стандартты және шоктық әдіспен мұздату технологияларының иммуноглобулин G (IgG) сақталуына және бұзауларда пассивті иммунитеттің берілу көрсеткіштеріне салыстырмалы бағасы ұсынылған. Бақыланатын тәжірибеде голштин тұқымының 20 жаңа туған қашары екі топқа (n=10) бөлінді. Әр топқа әртүрлі технологиямен мұздатылған уыз берілді. Уыздың сапасы рефрактометрия арқылы бағаланды, ал уыздағы IgG концентрациясы және бұзаулардың сарысуындағы IgG деңгейі радиалды иммунодиффузия әдісімен анықталды; қан туғаннан кейін 48 сағат өткен соң алынды. Нәтижелер бастапқы уыз сапасы бірдей жоғары болған жағдайда (23,50 ± 0,10 %Brix) еріткеннен кейін шоктық мұздату стандартты мұздатумен салыстырғанда IgG концентрациясын жоғары деңгейде сақтайтынын көрсетті (57,80 ± 1,45 г/л және 52,35 ± 3,31 г/л, p <0,01), сондай-ақ %Brix көрсеткіші жоғарырақ болуға бейім болды (23,35 ± 0,28 және 21,07 ± 0,45, p = 0,12). Шоктық мұздатылған уызда құрғақ зат мөлшері (28,96 ± 0,63% және 27,16 ± 1,55%, p = 0,04) және протеин (22,68 ± 0,47% және 20,19 ± 0,89%, p <0,01) жоғары болды. Алайда негізгі көрсеткіш – бұзаулардың 48 сағаттағы сарысулық IgG деңгейі – топтар арасында сенімді айырмашылық көрсетпеді (*22,29 ± 4,24 *және* 21,12 ± 3,85 мг/мл ± *3,85 мг/мл, p=0,18), әрі барлық жағдайда пассивті иммунитеттің берілуі сәтті болды (IgG >10 мг/мл). Екі айлық жаста өсу көрсеткіштері мен қан биохимиясы топтар арасында салыстырмалы болды (p >0,05). Осылайша, жоғары сапалы уыз қолданылғанда екі технология да пассивті иммунидауды толық қамтамасыз етеді, ал шоктық мұздату еріткеннен кейін IgG мен ақуыз фракциясының жақсырақ сақталуына байланысты уыз банктері үшін технологиялық жетілдіру ретінде қарастырылуы мүмкін.*

Түйінді сөздер: *бұзаулар, уыз, жедел мұздату, пассивті иммунитет, G иммуноглобулині.*

THE INFLUENCE OF SHOCK-FREEZING ON IMMUNOGLOBULIN G PRESERVATION IN COLOSTRUM AND THE TRANSFER OF PASSIVE IMMUNITY TO NEWBORN CALVES

Muratov D.K. – PhD student, "8D08201 Technology of animal products production" educational program, Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.*

Papusha N.V. – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

Kubekova B.Zh. – PhD, Senior Lecturer of the Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Kostanay, Republic of Kazakhstan.

This article presents a comparative assessment of conventional and shock-freezing technologies for colostrum, focusing on the preservation of immunoglobulin G (IgG) and indicators of passive immunity transfer in calves. In a controlled experiment, 20 newborn Holstein heifer calves were allocated into two groups (n = 10) and fed colostrum frozen using different technologies. Colostrum quality was assessed by refractometry, and IgG concentration in colostrum as well as serum IgG in calves were determined by radial immunodiffusion; blood samples were collected 48 hours after birth. The results showed that, with initially identical colostrum quality (23.50 ± 0.10 %Brix), shock-freezing resulted in a higher IgG concentration after thawing compared with conventional freezing (57.80 ± 1.45 g/L vs 52.35 ± 3.31 g/L, p <0.01), with a trend toward higher %Brix values (23.35 ± 0.28 vs 21.07 ± 0.45, p = 0.12). Shock-frozen colostrum also had higher total solids (28.96 ± 0.63% vs 27.16 ± 1.55%, p = 0.04) and protein (22.68 ± 0.47% vs 20.19 ± 0.89%, p <0.01). However, the key endpoint—serum IgG concentration in calves at 48 hours—did not differ significantly between groups (22.29 ± 4.24 vs 21.12 ± 3.85 mg/mL, p = 0.18), and passive transfer was successful in all cases (IgG > 10 mg/mL). By two months of age, growth performance and blood biochemistry were comparable between groups (p >0.05). Thus, when high-quality colostrum is used, both freezing technologies ensure adequate passive immunization, whereas shock-freezing may be considered a technological improvement for colostrum banks due to better preservation of IgG and the protein fraction after thawing.

Key words: *calves, colostrum, shock-freezing, passive immunity, immunoglobulin G.*

Введение. Иммунитет телёнка в первые дни жизни формируется главным образом за счёт пассивной передачи антител с молозивом, поскольку у новорождённых телят практически отсутствуют собственные циркулирующие иммуноглобулины [1, с. 1]. Следовательно, уровень ранней заболеваемости и сохранность молодняка во многом определяются качеством молозива и технологией его выпаивания.

Иммунологическую ценность молозива в первую очередь оценивают по концентрации иммуноглобулина G (IgG). В большинстве исследований и практических стандартов молозиво считают качественным при уровне IgG ≥ 50 г/л [2, с. 1-2]. Для быстрой оценки в условиях фермы часто используют рефрактометрию: показатель около 22% по шкале Брикса обычно рассматривают как ориентир молозива с содержанием IgG порядка 50 г/л. На практике рекомендуется, чтобы телёнок получил приблизительно 150–200 г IgG как можно скорее после рождения; при высококачественном молозиве это соответствует примерно 3–4 литрам в первые часы жизни [3, с. 127].

Успешность пассивной передачи иммунитета оценивают по концентрации IgG в сыворотке крови, определяемой в возрасте 24–48 часов; ранее минимально достаточным уровнем считали ≥10 г/л (10 мг/мл). В настоящее время предложена более информативная градация целевых уровней сывороточного IgG: ≥25 г/л – «отлично», 18–24,9 г/л – «хорошо», 10–17,9 г/л – «удовлетворительно», <10 г/л – «плохо», что отражает дозозависимую связь более высоких значений IgG с меньшей заболеваемостью и лучшей сохранностью молодняка [4, с. 16; 5, с. 7614]. Такие градации отражают связь более высокого сывороточного IgG с меньшей частотой заболеваний и лучшей сохранностью молодняка. Ключевыми управляемыми факторами, определяющими уровень сывороточного IgG, являются время до первой выпойки молозива после рождения, объём выпоенного молозива и масса поступивших антител (г IgG). По данным полевых наблюдений на фермах, телята, отнесённые к категории «отличная передача пассивного иммунитета», получали первую выпойку в среднем через 2–3 часа после рождения, около 3,3 л молозива и порядка 287 г IgG, что соответствовало сывороточному IgG примерно 32 г/л; при многократной выпойке суммарно за первые 24 часа поступало около 5,3 л молозива и около 421 г IgG, при этом сывороточный IgG составлял около 33,9 г/л [5, с. 7621].

Заготовка молозива с запасом необходима для выравнивания качества выпойки, однако технологические этапы способны снижать иммунологическую ценность. В обзорах подчёркивается, что однократная заморозка с корректным размораживанием (в водяной бане, без перегрева) обычно не приводит к выраженному снижению IgG, тогда как повторные циклы замораживания сопровождаются уменьшением концентрации IgG примерно на 7–8% [6, с. 598-600]. Важен и срок хранения: при хранении при –20 °C в течение длительного времени отмечено снижение IgG примерно на ~8% к 32–48-й неделе и устойчивое уменьшение показателя Брикса на ~4–6% по сравнению со свежим молозивом [7, с. 406-408].

На этом фоне остаётся недостаточно изученным вопрос о влиянии скорости замораживания молозива [8, с. 10-12], поэтому сравнение стандартной и шоковой заморозки является теоретически обоснованным: шоковый режим потенциально способен снизить потери IgG и уменьшить вариабельность качества, что позволяет выдвинуть гипотезу о том, что шоковая заморозка обеспечивает лучшую сохранность IgG за счёт ускоренной кристаллизации, при которой формируются мелкие кристаллы льда, не повреждающие структуру белков, в отличие от медленного промерзания. Данный метод также минимизирует время пребывания молозива в температурной зоне высокой ферментативной активности, тем самым предотвращая биохимическую деградацию его компонентов.

Научная новизна: впервые выполнено контролируемое сравнительное исследование стандартной и шоковой заморозки молозива с оценкой их влияния на сохранность IgG и показатели передачи пассивного иммунитета у телят в доотъёмный период.

Цель исследования: провести сравнительную оценку стандартной и шоковой технологий замораживания молозива по показателям его качества, эффективности передачи пассивного иммунитета телятам, а также по ростовым и биохимическим показателям телят в период выращивания до 2-месячного возраста.

Задачи исследования:

1. Охарактеризовать качество молозива после стандартной и шоковой заморозки по показателям Брикса и концентрации IgG.

2. Оценить передачу пассивного иммунитета по уровню сывороточного IgG у телят в возрасте 48 часов и биохимические показатели крови телят в установленные сроки наблюдения.

3. Проанализировать рост телят до 2 месяцев по массе, промерам и показателям прироста.

Материалы и методы исследований. Исследование проведено на базе ТОО «Сарыагаш» (Денисовский район, Костанайская область). Сформирован банк молозива из 40 порционных бутылей по 2,0 л (n=40): 20 – для стандартного замораживания (n=20) и 20 – для шоковой заморозки (n=20). Качество молозива перед заморозкой оценено методом рефрактометрии (в %Brix) с использованием ручного рефрактометра RZHB113-ATC (диапазон 0–32%, автокомпенсация температуры). В эксперимент включены только образцы с показателем рефрактометрии %Brix ≥ 22%, поскольку этот порог используется как критерий отбора молозива с ориентировочным содержанием IgG ≥ 50 г/л. Чтобы снизить влияние индивидуальных различий, молозиво от разных коров предварительно объединено в одну партию перед розливом (см. рисунок 1).

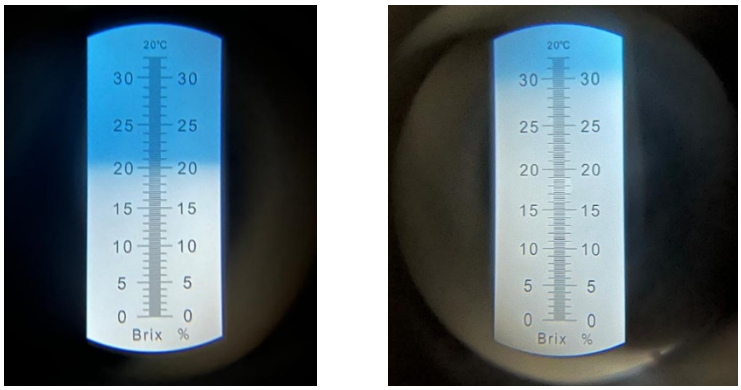

Рисунок 1 – Индивидуальная изменчивость качества молозива у коров по показателю градусов Брикса

Применение данного способа обосновывается быстротой, точностью и доступностью, требующего минимального оборудования и обучения, пригодного для измерений в условиях хозяйства [9, с. 1148]. Данные Sockett и соавт. (2023) свидетельствуют, что рефрактометрическая оценка качества молозива обладает высокой прогностической ценностью. При пороге %Brix ≥ 22% положительная прогностическая ценность составляет 94,7%, то есть в 94,7% случаев это соответствует IgG ≥ 50 г/л. [10, с. 4-6]. Далее стандартное замораживание проведено при –18…–20 °C в течение 24 ч. Шоковая заморозка осуществлена в шкафе шоковой заморозки Polair CR-10L, температура продукта снижена от 0 до –40 °C в течение 4 часов. Лабораторная оценка качества молозива до замораживания и после размораживания проводилась на анализаторе FOSS MilkoScan FT1 (FTIR, средняя ИК-область). Эффективность технологии замораживания молозива оценивалась на новорождённых телочках голштинской породы. Телята включались в опыт последовательно по мере рождения и распределялись в соотношении 1:1 по принципу чередования: первому новорождённому задавалось молозиво после шоковой заморозки (опытная группа), следующему – после стандартного замораживания (контрольная группа), далее поочерёдно до формирования двух равных групп (по n=10). Непосредственно перед выпойкой молозиво размораживалось в размораживателе типа «Солнышко» при 38–40 °C. В первые 1–4 ч после рождения каждому телёнку однократно задавалось 4,0 л молозива (2 бутыля по 2 л). Для гарантированного введения всего объёма в критический период всасывания IgG молозиво вводилось через пищеводный зонд (дренчер). Согласно NRC 2021 (NASEM) Первое кормление должно произойти в течение первых 2–4 часов после рождения, так как способность кишечника всасывать иммуноглобулины стремительно падает с каждым часом [11, с 233-234]. После выпойки телёнок переводился в индивидуальную клетку, где групповая принадлежность фиксировалась в журнале наблюдений. После завершения молозивного периода условия содержания и кормления телят в группах сохранены одинаковыми. Начиная со 2-х суток жизни производилась выпойка телят заменителем цельного молока «Новилак», восстановленным до 12,5% сухих веществ, два раза в сутки по ступенчатой схеме: 6 л/сут

– в 2–14-е сутки, 8 л/сут – в 15–45-е сутки, далее – поэтапное снижение объёма к 60-м суткам для стимуляции поедаемости стартера. Стартер задан с 4-го дня жизни. Доступ к воде обеспечен постоянно (таблица 1).

Таблица 1 – Протокол кормления телят до отъема

Возраст (сут)	ЗЦМ[1], л/сут	Концентрация ЗЦМ	Стартер[2], кг/сут	Типичное потребление стартера, кг/сут
2–14	6	125 г/л	0,25	0,00–0,10
15–30	8		0,50	0,10–0,30
31–45	8		1,00	0,30–0,70
46–60	6 → 2		1,50	0,70–1,00

Примечание:
[1]ЗЦМ "Новилак", состав на 1 кг: сыворотка, растительные жиры (пальмовый, кокосовый), пшеничный протеин, концентрат сывороточного белка, витаминно-минеральный премикс, пробиотические микроорганизмы *Lactobacillus rhamnosus* DSM 7133 и *Enterococcus faecium* DSM 7134, антиоксидант BHT (E321). Питательная ценность: сырой протеин не менее 23,0%, сырой жир 19,0%, зола 8,5%, сырая клетчатка 0,1%, кальций 0,8%, фосфор 0,7%, натрий 0,8%, витамины (на 1 кг) A 25 000 МЕ, D3 5 000 МЕ, E 300 МЕ, микроэлементы (по этикетке) железо 100 ppm, медь 8 мг, марганец 55 мг, цинк 70 мг, селен 0,25 мг, йод 1 мг, пробиотики 2,5×10⁹ КОЕ/кг, BHT (E321) 34 мг/кг.
[2]Стартер "КР-ТУ1", состав на 1 кг: кукуруза, соевый шрот (42%), свекловичная меласса, сухая сыворотка, известняковая мука, премикс. Питательная ценность: обменная энергия 12,01 МДж/кг, сырой протеин не менее 21,0%, сырая клетчатка не более 4,0%, массовая доля жира не более 2,50%, фосфор общий 0,45–0,79%, лизин не менее 0,94%, натрий 0,07–0,27%, хлор 0,15–0,35%, кальций 0,80%.

Для мониторинга статуса передачи пассивного иммунитета выполнен анализ содержания иммуноглобулина G в размороженном молозиве и сыворотке крови телят. Концентрация иммуноглобулина G (IgG) определена методом радиальной иммунодиффузии (RID) в коммерческой лаборатории с использованием агарозного геля, содержащего антисыворотку против бычьего IgG. Сыворотка получена из крови, отобранной из яремной вены через 48 часов после рождения. Образцы внесены в лунки геля, IgG диффундировал радиально, вследствие чего сформировано кольцо преципитации в зоне эквивалентности комплекса антиген–антитело. Диаметр сформировавшегося кольца измерен, концентрация IgG рассчитана по калибровочной зависимости (стандартной кривой/таблице набора), основанной на связи величины кольца с содержанием IgG (в классическом варианте – пропорциональность D^2 концентрации). Результаты выражены в мг/мл (эквивалентно г/л). Для интерпретации данных в качестве минимального критерия достаточной передачи принят сывороточный IgG ≥10,0 мг/мл; значения <10,0 мг/мл интерпретированы как недостаточная передача. Дополнительно применена рекомендованная четырёхуровневая градация статуса: «Отлично» – IgG ≥25,0 мг/мл; «Хорошо» – 18,0–24,9 мг/мл; «Удовлетворительно» – 10,0–17,9 мг/мл; «Плохо» – <10,0 мг/мл [5, с. 7614]. Биохимические показатели крови определены в возрастах 1 и 2 месяца с применением автоматического анализатора: аланинаминотрансфераза (АлАТ), аспартатаминотрансфераза (АсАТ), щелочная фосфатаза, общий белок, билирубин общий и прямой, глюкоза и концентрация неэстерифицированных жирных кислот (НЭЖК). Отбор в 1 и 2 месяца выполнен для оценки метаболической адаптации и функционального состояния печени и энергетического обмена телят в доотъёмный период на фоне одинакового кормления после молозивного этапа. Показатели биохимии в первые 48 часов после рождения характеризуются выраженной неонатальной вариабельностью и существенным влиянием молозива (постпрандиальные колебания белков и липидного обмена), поэтому в этот срок анализ ограничен оценкой передачи пассивного иммунитета по сывороточному IgG, тогда как биохимический профиль перенесён на более стабильные возрастные точки (1 и 2 месяца) для корректного сравнения групп. Рост телят оценены до 2-месячного возраста. Живая масса телочек зарегистрирована после рождения, в 1 месяц и 2 месяца; по данным массы рассчитаны абсолютный, среднесуточный и относительный приросты.

Статистическая обработка данных проведена в программном обеспечении "IBM SPSS Statistics 27". Результаты представлены как средние значения ($\bar{X}$), ± стандартное отклонение (SD). Нормальность распределения проверена тестом Шапиро–Уилка, межгрупповые различия оценены t-критерием Стьюдента. Различия признаны статистически значимыми при уровне $p \leq 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Все использованные в опыте пробы молозива отличались высоким качеством (23,50 ± 0,10 %Brix). Однако после размораживания отмечена тенденция к более высоким значениям %Brix молозива после шоковой заморозки по сравнению со стандартной технологией замораживания, так при стандартной заморозке показатель снизился до 21,07 ± 0,45 %Brix (изменение относительно исходных 23,50: −2,43 %), тогда как при шоковой заморозке сохранялся на уровне 23,35 ± 0,28 %Brix (−0,15%); межгрупповая разница после размораживания составила +2,28 %Brix в пользу шоковой технологии, однако статистически значимой не была ($p=0,12$). Иммуноло-

гическая ценность размороженного молозива, оценённая по концентрации IgG, была статистически значимо выше при шоковой заморозке, 57,80 ± 1,45 г/л против 52,35 ± 3,31 г/л в контроле, что соответствует увеличению примерно на 10,4% относительно контроля (p <0,01).

Таблица 2 – Показатели качества молозива до замораживания и после размораживания при стандартной и шоковой технологиях заморозки

Показатели	Контроль (n=20)	Опыт (n=20)	p-знач.
Рефрактометрия свежего молозива, %Brix	23,50 ± 0,10	23,50 ± 0,10	—
Рефрактометрия после разморозки, %Brix	21,07 ± 0,45	23,35 ± 0,28	0,12
IgG в молозиве после разморозки, г/л	52,35 ± 3,31	57,80 ± 1,45	<0,01
Плотность, г/л	1051,7 ± 8,36	1061,7 ± 7,51	0,34
Кислотность, °Т	67,77 ± 2,21	68,05 ± 1,87	0,87
Сухое вещество, %	27,16 ± 1,55	28,96± 0,63	0,04
СОМО, %	23,89 ± 1,89	25,53 ± 1,08	0,07
Протеин, %	20,19 ± 0,89	22,68 ± 0,47	<0,01
Казеин, %	14,19 ± 0,59	14,64 ± 0,38	0,45
Жир, %	3,85 ± 0,14	3,82 ± 0,11	0,78
Лактоза, %	1,95 ± 0,09	1,98 ± 0,11	0,82
Глюкоза, %	0,08 ± 0,01	0,07 ± 0,01	0,93
Примечание: контроль – стандартная заморозка (–18…–20 °C, 24 ч), опыт – шоковая заморозка (охлаждение продукта от 0 до –40 °C за 4 ч); данные представлены как $\bar{X}$ ± SD, n=20; IgG – иммуноглобулин G (Радиальная иммунодиффузия); остальные физико-химические показатели – ИК-анализ (MilkoScan FT1); p – t-критерий Стьюдента			

По данным ИК-анализатора после размораживания содержание сухих веществ в молозиве после шоковой заморозки составило 28,96 ± 0,63%, тогда как в контроле – 27,16 ± 1,55%, таким образом, в опыте показатель был выше на 6,6% относительно контроля (p = 0,04). Общий протеин также был выше при шоковой заморозке: 22,68 ± 0,47% против 20,19 ± 0,89% в контроле, разница составила 12,3% (p <0,01). Для СОМО отмечено повышение в опыте (25,53 ± 1,08%) по сравнению с контролем (23,89 ± 1,89%) на 16,9%, однако различия не достигли статистической значимости (p = 0,07). По остальным показателям межгрупповых различий после размораживания не выявлено (p>0,05). Наблюдаемый эффект согласуется с теоретическими предпосылками и в целом подтверждает выдвинутую гипотезу. Вместе с тем после размораживания в обоих вариантах значения рефрактометрии и концентрация иммуноглобулина G соответствовали показателям высококачественного молозива.

Для оценки передачи пассивного иммунитета телятам после выпойки разных образцов молозива выполнен анализ содержания IgG в сыворотке крови (таблица 3). В опытной группе показатель составил 22,29 ± 4,24 мг/мл, в контрольной – 21,12 ± 3,85 мг/мл, однако, несмотря на более высокое среднее значение в опыте, статистически значимых межгрупповых различий не установлено (p = 0,18). При этом в обеих группах не зарегистрировано телят с низким уровнем IgG (<10 мг/мл). Стоит отметить, что после достижения максимума в первые сутки жизни материнские иммуноглобулины постепенно элиминируются по мере роста телёнка и формирования собственных иммунных механизмов. В исследовании Lopez et al. (2020), после пика в 24 часа (22,9 г/л) концентрация IgG снижается более чем в два раза к 4-й неделе жизни (до 10,6 г/л), достигая критического минимума в период между 28-м и 42-м днями, после чего начинается рост за счет эндогенного синтеза [12, с. 7535-7537].

Таблица 3 – Иммунологические показатели телят через 48 часов после выпаивания молозива, замороженного стандартной и шоковой технологиями

Показатели	Время отбора проб сыворотки	Контроль (n=10)	Опыт (n=10)	p-знач.
IgG в сыворотке, мг/мл	48 ч. после рождения	21,12 ± 3,85	22,29 ± 4,24	0,18
Доля телят с низким igG (<10 мг/мл), %		0	0	—
Категория “Плохо” (<10 мг/мл), гол. (%)		0 (0%)	0 (0%)	—
Категория “Удовлетворительно” (10–17,9 мг/мл), гол. (%)		2 (20%)	1 (10%)	—
Категория “Хорошо” (18–24,9 мг/мл), гол. (%)		7 (70%)	8 (80%)	—
Категория “Отлично” (≥25 мг/мл), гол. (%)		1 (10%)	1 (10%)	—

Таким образом, при оценке передачи пассивного иммунитета по сывороточному IgG через 48 часов после рождения недостаточная передача не выявлена: доля телят с IgG <10 мг/мл составила 0% в обеих группах. В категориальной структуре преобладала группа «хорошо» (18–24,9 мг/мл): 7 из 10 (70%) в контроле и 8 из 10 (80%) в опыте; категория «удовлетворительно» (10–17,9 мг/мл) зарегистрирована у 2 телят (20%) в контроле и у 1 телёнка (10%) в опыте; категория «отлично» (≥25 мг/мл) отмечена у 1 телёнка (10%) в каждой группе; категория «плохо» (<10 мг/мл) отсутствовала. Средние значения IgG (21,12 ± 3,85 и 22,29 ± 4,24 мг/мл) соответствовали целевому диапазону, рекомендованному для современных хозяйств, что подтверждало адекватную передачу пассивного иммунитета при ранней однократной выпойке 4,0 л молозива в обеих группах. Межгрупповые различия по уровню IgG носили статистически незначимый характер (p>0,05), что указывало на сопоставимую эффективность передачи пассивного иммунитета при использовании молозива после стандартной и шоковой заморозки.

Согласно общепринятым критериям, сывороточный IgG ≥10 г/л (10 мг/мл) при отборе проб в интервале 24–48 часов после рождения расценивается как достаточная пассивная передача, тогда как уровень <10 г/л соответствует её недостаточности, так в исследовании Journal of Dairy Research отмечено, что IgG ≥10 г/л рассматривают как минимальный уровень адекватной пассивной передачи, однако по данным проверки на современных фермах рекомендуется целевой диапазон 20–25 г/л при соблюдении хороших практик выпойки, поскольку у телят с низким IgG риск гибели был выше в 3,1 раза, а максимальная защита достигалась именно при 20–25 г/л. Это делает данный уровень более подходящей конечной целью для современных хозяйств [13, с. 400-406].

Для расширенной характеристики состояния телят метаболический статус оценён в возрастах 1 и 2 месяца (таблица 4). Показатели биохимии применены как маркеры отсутствия метаболических отклонений и нарушений развития в обеих группах.

Таблица 4 – Биохимические показатели сыворотки крови телят в возрасте 1 и 2 месяцев после выпаивания молозива, замороженного стандартным и шоковым способами

Показатели	Ед.	1 месяц			2 месяца		
		Контроль (n=10)	Опыт (n=10)	p-знач.	Контроль (n=10)	Опыт (n=10)	p-знач.
Общий белок	г/л	60,45 ± 3,54	61,06 ± 4,22	0,55	64,55 ± 5,60	65,94 ± 4,88	0,21
АлАТ	ед/л	21,14 ± 4,07	20,57 ± 3,89	0,84	22,00 ± 4,58	21,81 ± 4,37	0,93
АсАТ	ед/л	96,00 ± 12,23	98,23 ± 14,68	0,45	102,65 ± 13,09	101,15 ± 12,36	0,38
Щелочная фосфатаза	ед/л	369,87 ± 75,47	386,06 ± 80,32	0,93	325,25 ± 70,08	318,36 ± 68,18	0,61
Билирубин общий	μмоль/л	4,62 ± 1,14	4,50 ± 1,05	0,90	4,24 ± 1,21	4,10 ± 1,18	0,68
Билирубин прямой	μмоль/л	0,92 ± 0,31	0,89 ± 0,29	0,61	0,84 ± 0,23	0,85 ± 0,29	0,72
НЭЖК	ммоль/л	0,30 ± 0,07	0,27 ± 0,06	0,82	0.31 ± 0,08	0,30 ± 0,07	0,36
Глюкоза	ммоль/л	4,85 ± 0,45	5,08 ± 0,50	0,74	4,66 ± 0,56	4.70 ± 0,49	0,87

Показатели общего белка у телят в возрасте 1 и 2 месяцев соответствовали физиологической норме (55,4–75,0 г/л по Yu et al., 2019), что подтверждает отсутствие метаболических нарушений [14, с. 7]. В 1 месяц общий белок составил 60,45 ± 3,54 г/л (контроль) и 61,06 ± 4,22 г/л (опыт), к 2 месяцам – 64,55 ± 5,60 и 65,94 ± 4,88 г/л, при этом межгрупповая разница оставалась небольшой: 0,61 г/л (1,0%; p = 0,55) в 1 месяц и 1,39 г/л (2,2%; p = 0,21) в 2 месяца. Данная динамика подтверждается результатами Mohri et al. (2007), где минимальные значения общего белка (~58,3 г/л) также фиксировались в возрасте 28 дней. Последующий рост общего белка и глобулиновой фракции к 56-84 дням (до 63,0–66,4 г/л) служит маркером становления собственной иммунокомпетентности телят [15, с. 34-36]. Активность трансаминаз (АсАТ и АлАТ) у подопытных телят в возрасте 1 и 2 месяцев находилась в пределах физиологической нормы [16, с. 545-549]. Щелочная фосфатаза закономерно снизилась с возрастом, межгрупповые различия при этом отсутствовали (p=0,93 и p=0,61), а сама динамика типична для молодняка крупного рогатого скота [17, с. 316-317]. В целом при сопоставимом уровне пассивного иммунитета режим замораживания молозива не влиял на биохимические показатели крови, а их динамика соответствовала возрастной физиологической норме у телят.

Относительно приростов массы значимых различий между группами также не выявлено (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика показателей живой массы и приростов телят

Показатели	Контроль (n=10)	Опыт (n=10)	p-знач.
Относит. скорость роста (0-60 сут), %	214,18 ± 6,85	216,10 ± 8,87	0,58
Абсолютный прирост (0-60 сут), кг	44,76 ± 3,87	46,09 ± 3,98	0,45
Среднесуточный прирост (0-60 сут), кг/сут	0,746 ± 0,072	0,778 ± 0,087	0,44
Живая масса в 2 мес, кг	83,96 ± 4,22	85,79 ± 4,75	0,29
Живая масса в 1 мес, кг	61,58 ± 3,59	63,04 ± 3,89	0,36
Живая масса при рождении, кг	39,20 ± 2,35	39,70 ± 2,78	0,79

Согласно данным таблицы 5, по показателям живой массы и приростов за период 0–60 суток статистически значимых различий между группами не установлено (во всех сравнениях p>0,05). В опытной группе отмечались лишь небольшие сдвиги средних значений относительно контроля: относительная скорость роста 216,10 ± 8,87% против 214,18 ± 6,85% (p=0,58), абсолютный прирост 46,09 ± 3,98 кг против 44,76 ± 3,87 кг (p=0,45), среднесуточный прирост 0,778 ± 0,087 кг/сут против 0,746 ± 0,072 кг/сут (p=0,44), живая масса в 2 месяца 85,79 ± 4,75 кг против 83,96 ± 4,22 кг (p=0,29), в 1 месяц 63,04 ± 3,89 кг против 61,58 ± 3,59 кг (p=0,36), при рождении 39,70 ± 2,78 кг против 39,20 ± 2,35 кг (p=0,79). Таким образом, различия носят количественно малый и статистически не подтверждённый характер и, вероятнее, отражают индивидуальную вариабельность телят при небольшой выборке, при одинаковой системе кормления и содержания после молозивного периода способ заморозки не оказывал заметного влияния на конечные показатели роста до 2-месячного возраста. Для наглядной интерпретации результатов рассчитано относительное отклонение показателей опытной группы от контрольной, выраженное в процентах к контролю (рисунок 2).

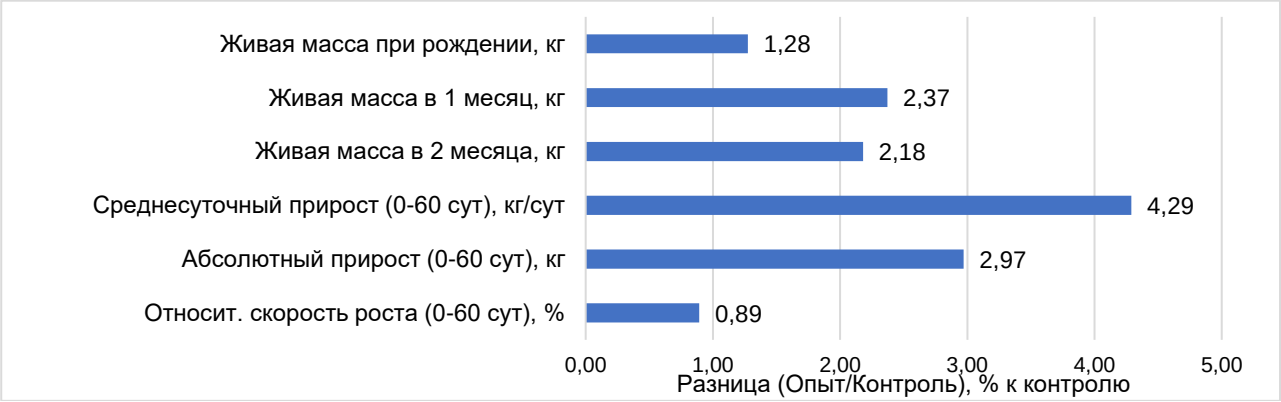

Рисунок 2 – Сравнительная характеристика живой массы и приростов телят, разница в % к контролю

Полученные эффекты были небольшими и находились в диапазоне 0,89–4,29%: относительная скорость роста за 0–60 суток была выше на 0,89%, абсолютный прирост – на 2,97%, среднесуточный прирост – на 4,29%, живая масса в 2 месяца – на 2,18%, в 1 месяц – на 2,37%, при рождении – на 1,28%. Такая величина расхождений соответствует малому практическому эффекту и согласуется с отсутствием статистически значимых межгрупповых различий.

Выводы. Согласно поставленным задачам получены следующие результаты:

1) При исходно сопоставимом качестве партии молозива до замораживания (23,50 ± 0,10 %Brix) после размораживания шоковая технология обеспечивала более высокую иммунологическую ценность продукта: концентрация IgG составила 57,80 ± 1,45 г/л против 52,35 ± 3,31 г/л при стандартной заморозке (p <0,01); одновременно отмечено более высокое содержание сухих веществ (28,96 ± 0,63% против 27,16 ± 1,55%; p = 0,04) и общего протеина (22,68 ± 0,47% против 20,19 ± 0,89%; p <0,01). Различия по рефрактометрии после размораживания носили характер тенденции (23,35 ± 0,28 и 21,07 ± 0,45 %Brix; p = 0,12), при отсутствии межгрупповых отличий по остальным физико-химическим показателям (p >0,05).

2) Передача пассивного иммунитета при однократной ранней выпойке 4,0 л молозива оказалась адекватной в обеих группах: сывороточный IgG через 48 часов составил 21,07 ± 3,85 мг/мл в контроле и 22,29 ± 4,24 мг/мл в опыте, статистически значимых межгрупповых различий не установлено (p = 0,18). Случаев недостаточной передачи (IgG <10 мг/мл) не выявлено (0% в обеих группах). По категориальной оценке статуса пассивной передаче иммунитета преобладала категория «хорошо» (18–24,9 мг/мл): 7/10 (70%) в контроле и 8/10 (80%) в опыте; категория «удовлетворительно» (10–17,9 мг/мл) составила 2/10 (20%) и 1/10 (10%) соответственно; категория «отлично» (≥25 мг/мл) зарегистрирована у 1/10 (10%) телят в каждой группе; категория «плохо» (<10 мг/мл) отсутствовала.

Биохимические показатели крови в 1 и 2 месяца статистически не различались между группами (p>0,05) и демонстрировали нормальную возрастную физиологическую динамику, включая увеличение общего белка к 2-му месяцу (до 64,55–65,94 г/л).

3) Технология замораживания молозива не оказывала измеримого влияния на рост до 2-месячного возраста: различий по живой массе в 2 месяца (85,79 ± 4,75 и 83,96 ± 4,22 кг; p = 0,29) и по среднесуточному приросту за 0–60 суток (0,778 ± 0,087 и 0,746 ± 0,072 кг/сут; p = 0,44) не установлено; относительные отличия опытной группы от контроля по ключевым ростовым показателям не превышали 0,89–4,29%.

Практически это означает, что стандартная заморозка при соблюдении температурного режима и правил размораживания остаётся достаточным и надёжным методом, тогда как шоковая заморозка может рассматриваться как технологическое улучшение, потенциально более актуальное для хозяйств с высокой нагрузкой на систему замораживания, необходимостью быстрой обработки больших объёмов или повышенными требованиями к стандартизации качества банка молозива.

Благодарности. Исследование выполнено при финансовой поддержке Министерства сельского хозяйства Республики Казахстан в рамках гранта № BR22886157 «Управление, сохранение и рациональное использование генетических ресурсов крупного рогатого скота молочных пород путем селекционно-технологических и молекулярно-генетических методов» 2024–2026 гг. Авторы также выражают благодарность руководству ТОО «Сарыагаш» за предоставление экспериментальных животных и организационное содействие в проведении исследования.

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Costa, A., Visentin, G., Goi, A., De Marchi, M., Penasa, M. Genetic characteristics of colostrum refractive index and its use as a proxy for the concentration of immunoglobulins in Holstein cattle** [Text] / A. Costa, G. Visentin, A. Goi, M. De Marchi, M. Penasa // Genetics Selection Evolution, 2022. – Vol. 54. – Article 79. DOI: https://doi.org/10.1186/s12711-022-00768-w.

2. **Erickson, P.S. Colostrum management: Keys to optimizing output and uptake of immunoglobulin G** [Text] / P.S. Erickson // Frontiers in Animal Science, 2022. – Vol. 3. – Article 914361. DOI: https://doi.org/10.3389/fanim.2022.914361.

3. **Geiger, A.J. Colostrum: back to basics with immunoglobulins** [Text] / A.J. Geiger // Journal of Animal Science, 2020. – Vol. 98, Suppl. 1. – P. S126–S132. DOI: https://doi.org/10.1093/jas/skaa142.

4. **Godden, S.M., Lombard, J.E., Woolums, A.R. Colostrum management for dairy calves** [Text] / S.M. Godden, J.E. Lombard, A.R. Woolums // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice, 2019. – Vol. 35. – P. 535–556. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

5. **Lombard, J., Urie, N., Garry, F., Godden, S., Quigley, J., Earleywine, T., et al. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States** [Text] / J. Lombard, N. Urie, F. Garry, S. Godden, J. Quigley, T. Earleywine, et al. // Journal of Dairy Science, 2020. – Vol. 103. – P. 7611–7624. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2019-17955.

6. **Morrill, K.M., Robertson, K.E., Spring, M.M., Robinson, A.L., Tyler, H.D. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality** [Text] / K.M. Morrill, K.E. Robertson, M.M. Spring, A.L. Robinson, H.D. Tyler // Journal of Dairy Science, 2015. – Vol. 98. – P. 595–601. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2014-8730.

7. **Westhoff, T.A., Mann, S. Effect of frozen storage of bovine colostrum for up to 1 year on concentrations of immunoglobulins and insulin as well as bacterial counts** [Text] / T.A. Westhoff, S. Mann // JDS Communications, 2025. – Vol. 6. – P. 406–410. DOI: https://doi.org/10.3168/jdsc.2024-0731.

8. **Robbers, L., Jorritsma, R., Nielen, M., Koets, A. A scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves** [Text] / L. Robbers, R. Jorritsma, M. Nielen, A. Koets // Frontiers in Veterinary Science, 2021. – Vol. 8. – Article 668639. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2021.668639.

9. **Quigley, J.D., Lago, A., Chapman, C., Erickson, P., Polo, J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum** [Text] / J.D. Quigley, A. Lago, C. Chapman, P. Erickson, J. Polo // Journal of Dairy Science, 2013. – Vol. 96. – P. 1148–1155. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2012-5823.

10. **Sockett, D., Breuer, R.M., Smith, L.W., Keuler, N.S., Earleywine, T. Investigation of Brix refractometry for estimating bovine colostrum immunoglobulin G concentration** [Text] / D. Sockett, R.M. Breuer, L.W. Smith, N.S. Keuler, T. Earleywine // Frontiers in Veterinary Science, 2023. – Vol. 10. – Article 1240227. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2023.1240227.

11. **Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Eighth Revised Edition.** Washington, D.C.: National Academies Press, 2021. DOI: 10.17226/25806.

12. **Lopez, A.J., Jones, C.M., Geiger, A.J., Heinrichs, A.J. Short communication: Variation in serum immunoglobulin G concentrations from birth to 112 days of age in Holstein calves fed a commercial colostrum replacer or maternal colostrum** [Text] / A.J. Lopez, C.M. Jones, A.J. Geiger, A.J. Heinrichs // Journal of Dairy Science, 2020. – Vol. 103. – P. 7535–7539. DOI: https://doi.org/10.3168/jds.2020-18400.

13. **Chigerwe, M., Hagey, J.V., Aly, S.S. Determination of neonatal serum immunoglobulin G concentrations associated with mortality during the first 4 months of life in dairy heifer calves** [Text] / M. Chigerwe, J.V. Hagey, S.S. Aly // Journal of Dairy Research, 2015. – Vol. 82. – P. 400–406. DOI: https://doi.org/10.1017/S0022029915000503.

14. **Yu, K., Canalias, F., Solà-Oriol, D., Arroyo, L., Pato, R., Saco, Y., et al. Age-related serum biochemical reference intervals established for unweaned calves and piglets in the post-weaning period** [Text] / K. Yu, F. Canalias, D. Solà-Oriol, L. Arroyo, R. Pato, Y. Saco, et al. // Frontiers in Veterinary Science, 2019. – Vol. 6. – Article 123. DOI: https://doi.org/10.3389/fvets.2019.00123.

15. **Mohri, M., Sharifi, K., Eidi, S. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age-related changes and comparison with blood composition in adults** [Text] / M. Mohri, K. Sharifi, S. Eidi // Research in Veterinary Science, 2007. – Vol. 83. – P. 30–39. DOI: https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2006.10.017.

16. **Britti, D., Massimini, G., Peli, A., Luciani, A., Boari, A. Evaluation of serum enzyme activities as predictors of passive transfer status in lambs** [Text] / D. Britti, G. Massimini, A. Peli, A. Luciani, A. Boari // Journal of the American Veterinary Medical Association, 2005. – Vol. 226. – P. 951–955. DOI: https://doi.org/10.2460/javma.2005.226.951.

17. **Klinkon, M., Ježek, J. Values of blood variables in calves** [Text] / M. Klinkon, J. Ježek // In: Perez-Marin, C.C. (ed.) A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine. – InTech, 2012. DOI: https://doi.org/10.5772/32100.

REFERENCES

1. **A.Costa, G.Visentin, A.Goi, M.De Marchi, M.Penasa. Genetic characteristics of colostrum refractive index and its use as a proxy for the concentration of immunoglobulins in Holstein cattle.** *Genetics Selection Evolution*, 2022, vol. 54, art. 79. DOI: 10.1186/s12711-022-00768-w.

2. **P.S.Erickson. Colostrum management: Keys to optimizing output and uptake of immunoglobulin G.** *Frontiers in Animal Science*, 2022, vol. 3, art. 914361. DOI: 10.3389/fanim.2022.914361.

3. **Adam J. Geiger. Colostrum: back to basics with immunoglobulins.** Journal of Animal Science, 2020, vol. 98, suppl. 1, pp. 126–S132. DOI: 10.1093/jas/skaa142.

4. **Godden S.M., Lombard J.E., Woolums A.R. Colostrum management for dairy calves.** *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, 2019, vol. 35, pp. 535–556. DOI: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.

5. **Lombard J., Urie N., Garry F., Godden S., Quigley J., Earleywine T., et al. Consensus recommendations on calf- and herd-level passive immunity in dairy calves in the United States.** *Journal of Dairy Science*, 2020, vol. 103, pp. 7611–7624. DOI: 10.3168/jds.2019-17955.

6. **Morrill K.M., Robertson K.E., Spring M.M., Robinson A.L., Tyler H.D. Validating a refractometer to evaluate immunoglobulin G concentration in Jersey colostrum and the effect of multiple freeze-thaw cycles on evaluating colostrum quality.** *Journal of Dairy Science*, 2015, vol. 98, pp. 595–601. DOI: 10.3168/jds.2014-8730.

7. **Westhoff T.A., Mann S.. Effect of frozen storage of bovine colostrum for up to 1 year on concentrations of immunoglobulins and insulin as well as bacterial counts.** *JDS Communications*, 2025, vol. 6, pp. 406–410. DOI: 10.3168/jdsc.2024-0731.

8. **Robbers L., Jorritsma R., Nielen M., Koets A. A scoping review of on-farm colostrum management practices for optimal transfer of immunity in dairy calves.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2021, vol. 8, art. 668639. DOI: 10.3389/fvets.2021.668639.

9. **Quigley J.D., Lago A., Chapman C., Erickson P., Polo J. Evaluation of the Brix refractometer to estimate immunoglobulin G concentration in bovine colostrum.** *Journal of Dairy Science*, 2013, vol. 96, pp. 1148–1155. DOI: 10.3168/jds.2012-5823.

10. **Sockett D., Breuer R.M., Smith L.W., Keuler N.S., Earleywine T. Investigation of brix refractometry for estimating bovine colostrum immunoglobulin G concentration.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2023, vol. 10, art. 1240227. DOI: 10.3389/fvets.2023.1240227.

11. **Committee on Nutrient Requirements of Dairy Cattle.** Nutrient Requirements of Dairy Cattle, Eighth Revised Edition. Washington, D.C., National Academies Press, 2021. DOI: 10.17226/25806.

12. **Lopez A.J., C Jones.M., Geiger A.J., Heinrichs A.J. Short communication: Variation in serum immunoglobulin G concentrations from birth to 112 days of age in Holstein calves fed a commercial colostrum replacer or maternal colostrum.** *Journal of Dairy Science*, 2020, vol. 103, pp. 7535–7539. DOI: 10.3168/jds.2020-18400.

13. **Chigerwe M., Hagey J.V., Aly S.S. Determination of neonatal serum immunoglobulin G concentrations associated with mortality during the first 4 months of life in dairy heifer calves.** *Journal of Dairy Research*, 2015, vol. 82, pp. 400–406. DOI: 10.1017/S0022029915000503.

14. **Yu K., Canalias F., Solà-Oriol D., Arroyo L., Pato R., Saco Y., et al. Age-related serum biochemical reference intervals established for unweaned calves and piglets in the post-weaning period.** *Frontiers in Veterinary Science*, 2019, vol. 6, art. 123. DOI: 10.3389/fvets.2019.00123.

15. **Mohri M., Sharifi K., Eidi S.. Hematology and serum biochemistry of Holstein dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults.** *Research in Veterinary Science*, 2007, vol. 83, pp. 30–39. DOI: 10.1016/j.rvsc.2006.10.017.

16. **Britti D., G Massimini., Peli A., Luciani A., Boari A.. Evaluation of serum enzyme activities as predictors of passive transfer status in lambs.** *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 2005, vol. 226, pp. 951–955. DOI: 10.2460/javma.2005.226.951.

17. **Klinkon M., Jeek J. Values of blood variables in calves.** C.C.Perez-Marin (ed.), A Bird's-Eye View of Veterinary Medicine, InTech, 2012. DOI: 10.5772/32100.

Сведения об авторах:

Муратов Досмухамед Куатулы – докторант по ОП 8D08201 – Технология производства продуктов животноводства кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, г. Костанай, 110000, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87085772378, e-mail: rickyteamsesh@gmail.com.*

Папуша Наталья Владимировна – кандидат сельскохозяйственных наук, ассоциированный профессор кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан, 110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Кубекова Бахыт Жанайдаровна – доктор философии (PhD), старший преподаватель кафедры продовольственной безопасности и биотехнологии, НАО «Костанайский региональный университет имени Ахмет Байтұрсынұлы», Республика Казахстан,110000, г. Костанай, ул. Маяковского 99/1, тел.: 87776933527, e-mail: baha11.09@mail.ru.

Муратов Досмухамед Куатұлы – D08201 – «Мал шаруашылығы өнімдерін өндіру технологиясы» мамандығының докторанты, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, Қостанай қ., 110000, Маяковский көш, 99/1, тел.: 87085772378, e-mail: rickyteamsesh@gmail.com.*

Папуша Наталья Владимировна – ауылшаруашылығы ғылымдарының кандидаты, азық-түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының қауымдастырылған профессоры, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1. тел.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Кубекова Бахыт Жанайдаровна – PhD докторы, азық – түлік қауіпсіздігі және биотехнология кафедрасының аға оқытушысы, «Ахмет Байтұрсынұлы атындағы Қостанай өңірлік университеті» КЕАҚ, Қазақстан Республикасы, 110000, Қостанай қ., Маяковский көш, 99/1. тел.: 87776933527, e-mail: baha11.09@mail.ru.

Muratov Dosmukhamed Kuatuly – PhD doctoral student, "8D08201 Technology of animal products production" educational program, Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87085772378, e-mail: rickyteamsesh@gmail.com.*

Papusha Nataliya Vladimirovna – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of food security and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87054115171, e-mail: natali.p82@inbox.ru.

Kubekova Bakhyt Zhanaidarovna – PhD, Senior Lecturer, Department of food safety and biotechnology, Akhmet Baitursynuly Kostanay Regional University NLC, Republic of Kazakhstan, 110000, Kostanay, 99/1 Mayakovskiy Str., tel.: 87776933527, e-mail: baha11.09@mail.ru.

МРНТИ 68.85.29; 55.57.33
УДК 631.333
https://doi.org/10.52269/SRDG2611169

ЧИЗЕЛЬНЫЙ ГЛУБОКОРЫХЛИТЕЛЬ УДОБРИТЕЛЬ

Нукешев С.О. – доктор технических наук, профессор института инжиниринга и пищевых технологий, НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.

Танбаев Х.К. – доктор PhD, и.о. ассоциированного профессора кафедры инженерных технологии и транспорта, НАО «Кокшетауский университет имени Ш. Уалиханова», г. Кокшетау, Республика Казахстан.*

Шежау К. – докторант по образовательной программе «Механика и металлообработка», НАО «Казахский агротехнический исследовательский университет имени С. Сейфуллина», г. Астана, Республика Казахстан.