

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПРОДОВОЛЬСТВИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ, НАУКИ
И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ

Учреждение образования
«БЕЛОРУССКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ ОРДЕНОВ ОКТЯБРЬСКОЙ
РЕВОЛЮЦИИ И ТРУДОВОГО КРАСНОГО ЗНАМЕНИ
СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ»

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
ИНТЕНСИВНОГО РАЗВИТИЯ
ЖИВОТНОВОДСТВА**

Сборник научных трудов

Выпуск 27

В двух частях

Часть 1

Горки
БГСХА
2024

Редакционная коллегия:

В. В. Великанов (гл. редактор), Н. А. Садомов (зам. гл. редактора),
Н. И. Кудрявец (отв. за выпуск), Е. П. Савчиц (ведущий редактор),
Т. В. Серякова (редактор технический), И. С. Серяков, Г. Ф. Медведев,
Т. Ф. Персикова, А. В. Соляник, В. И. Буць, В. В. Малашко,
Л. Н. Гамко, А. В. Гуцол, Н. И. Сахацкий, Л. М. Хмельничий,
М. Г. Чабаяев, Б. В. Шелюто, А. Я. Райхман, С. О. Турчанов.

Рецензенты:

доктор ветеринарных наук, профессор Г. Ф. Медведев
доктор сельскохозяйственных наук, профессор И. С. Серяков
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Н. А. Садомов
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент А. Я. Райхман
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент С. О. Турчанов

В соответствии с приказом Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь сборник включен в перечень научных изданий для опубликования результатов диссертационных исследований по сельскохозяйственной и ветеринарной отраслям науки.

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РЕПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

УДК 636.13:082.2 (476)

ПАРАМЕТРЫ ОЦЕНКИ СЕЛЕКЦИОНИРУЕМЫХ ПРИЗНАКОВ ЖЕРЕБЦОВ И КОБЫЛ ТРАКЕНЕНСКОЙ ПОРОДЫ В ПЛЕМЕННЫХ ХОЗЯЙСТВАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

**А. Н. РУДАК, Ю. И. ГЕРМАН, М. А. ГОРБУКОВ,
А. И. ГЕРМАН, В. И. ЧАВЛЫТКО**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163, e-mail: belhorses@mail.ru)*

(Поступила в редакцию 02.02.2024)

Приведены результаты оценки племенной ценности лошадей тракененской породы, экстерьерно-конституциональных признаков, воспроизводительных качеств жеребцов и кобыл, спортивной работоспособности молодняка по результатам его заводских испытаний.

Индекс племенной ценности используемых в воспроизводстве жеребцов – не ниже 100,0 %, у кобыл – $98,9 \pm 0,1$ %. Наиболее высококачественное поголовье лошадей тракененской породы сосредоточено в Учреждении «Республиканский центр олимпийской подготовки конного спорта и коневодства».

Выявлено, что высокие показатели воспроизводительных качеств отмечены практически у всех жеребцов тракененской породы (зажеребляемость кобыл была выше 80,0 %) кроме двух производителей из У «РЦОПКС и К» – Готтхард и Пирхан, зажеребляемость от которых составила менее 70,0 %.

Результаты оценки плодовой деятельности кобыл показали, что лучшими были представительницы учреждения «РЦОПКС и К». Они отличались наименьшим количеством прохолостов (12,5 %) и абортот (4,2 %) среди сверстниц других хозяйств, и соответственно имели более высокий процент благополучной выжеребки – 89,3 %. Деловой выход жеребят у конематок указанного хозяйства составил 64,4 %, что является хорошим показателем плодovitости.

Анализ динамики показателей оценки двигательных качеств молодняка тракененской породы показал, что они достоверно улучшились у жеребчиков на 1,4 балла ($p \leq 0,001$), у кобылок – на 0,9 балла ($p \leq 0,001$). Оценка прыжковых качеств достоверно улучшилась у жеребчиков на 1,6 балла ($p \leq 0,001$), у кобылок – на 0,9 балла ($p \leq 0,01$).

В целом показатели спортивной работоспособности у жеребчиков тракененской породы учреждения «РЦОПКС и К» достоверно улучшились на 1,6 балла ($p \leq 0,001$), у кобылок – на 0,9 балла ($p \leq 0,001$).

Ключевые слова: лошади, тракененская порода, фенотипические признаки, племенная ценность, воспроизводительные качества.

The results of assessing the breeding value of Trakehner horses, exterior and constitutional traits, reproductive qualities of stallions and mares, and the athletic performance of young animals based on the results of factory tests are presented.

The breeding value index for stallions used in reproduction is not lower than 100,0 %, for mares – 98,9±0,1 %. The highest quality stock of Trakehner horses is concentrated in the Republican Center for Olympic Training for Equestrian Sports and Horse Breeding.

It was revealed that high rates of reproductive qualities were observed in almost all stallions of the Trakehner breed (the pregnancy rate of mares was above 80,0 %), except for two sires from the Republican Center for Olympic Training for Equestrian Sports and Horse Breeding – Gotthard and Pirhan, whose pregnancy rate was less than 70,0 %.

The results of assessing the reproductive activity of mares showed that the best were representatives of the institution “Republican Center for Olympic Training for Equestrian Sports and Horse Breeding”. They were distinguished by the lowest number of bachelors (12,5 %) and abortions (4,2 %) among their peers from other farms, and accordingly had a higher percentage of successful foals – 89,3 %. The productive yield of foals from the mares of the specified farm was 64,4%, which is a good indicator of fertility.

Analysis of the dynamics of indicators for assessing the motor qualities of young animals of the Trakehner breed showed that they significantly improved in colts by 1,4 points ($p \leq 0,001$), in fillies – by 0,9 points ($p \leq 0,001$). The assessment of jumping qualities significantly improved in colts by 1,6 points ($p \leq 0,001$), in fillies – by 0,9 points ($p \leq 0,01$).

In general, the indicators of sports performance in Trakehner stallions of the institution “Republican Center for Olympic Training for Equestrian Sports and Horse Breeding” significantly improved by 1,6 points ($p \leq 0,001$), in fillies – by 0,9 points ($p \leq 0,001$).

Key words: horses, Trakehner breed, phenotypic traits, breeding value, reproductive qualities.

Введение. Спортивное направление наиболее быстро развивается в отрасли коневодства. На его долю в развитых европейских странах приходится около двух третей племенного поголовья. Внимание государства и общества к коневодству, в целом, и верховому его направлению, в частности, находит свое отражение в успехах национальных команд и отдельных спортсменов на международных турнирах и Олимпийских играх [1].

В Республике Беларусь потенциал развития верхового коневодства и конного спорта имеется. Как показывает практика, лошади, разводимые в Беларуси, вполне конкурентоспособны на мировом уровне. Это утверждение подкреплено значительным числом лошадей белорусского разведения, выступающих за рубежом под иностранными всадниками и используемых в качестве производителей [2].

Однако, имеется множество факторов, сдерживающих массовость конного спорта и достижение высоких результатов. Один из наиболее существенных – сравнительно небольшое поголовье лошадей.

В связи с возрастающей потребностью в лошадях высокого спортивного класса для классических дисциплин конного спорта, а также реализацией конкурентоспособных животных на экспорт необходимо

активизировать постоянно осуществляемый процесс совершенствования разводимых верховых пород. Наиболее распространенной из них в республике является тракененская (в структуре общего конепоголовья племенных маток занимает 41,9 %). Поэтому актуальной является направленная работа с собственным поголовьем этой породы, определение потенциала улучшения его экстерьерно-конституциональных, воспроизводительных качеств и спортивной работоспособности, обеспечивающая возможность выделения лучших животных для последующего племенного использования.

Цель исследований – оценить фенотипические особенности, племенную ценность, воспроизводительные качества и спортивную работоспособность лошадей тракененской породы в племенных хозяйствах.

Основная часть. Исследования проводились в учреждении «РЦО-ПКС и К» Минского, РСУП «совхоз Лидский» Лидского, КСУП «Тепличное» Гомельского и ОАО «Полесская нива» Столинского районов.

Фенотипические особенности лошадей тракененской породы (оценка за происхождение, типичность, промеры, экстерьер) определялись комиссионно на основе нормативных документов [3].

Индекс племенной ценности лошадей рассчитывался согласно разработанной системе оценки племенной (генетической) ценности лошадей, разводимых в республике пород [4].

При оценке жеребцов по воспроизводительным качествам проанализировано время племенного использования, количество покрытых кобыл, число жеребят от зажеребевших кобыл, количество прохолостов кобыл, число рожденного слабого или нежизнеспособного потомства.

При оценке плодовой деятельности кобыл учитывались следующие основные показатели: число лет репродуктивного использования на 1 кобылу; процент зажеребляемости (Ж); число жеребят на одну кобылу; процент благополучной выжеребки (БВ – число родившихся живых жеребят по отношению к числу жеребостей); процент аборт (А); процент мертворожденных и слабо рождённых (МС); деловой выход жеребят (число жеребят к отъему по отношению к числу плодовых лет).

Работоспособность молодняка лошадей тракененской породы определялась межведомственной комиссией на основании протокола оценки их двигательных, прыжковых качеств на заводских испытаниях.

Результаты оценки племенных кобыл обработаны биометрически по методике П. Ф. Рокицкого на ПК с применением Microsoft Excel.

Результаты фенотипической оценки жеребцов-производителей породы представлены в табл. 1.

Таблица 1. Характеристика жеребцов-производителей траккененской породы базовых хозяйств по фенотипическим признакам

Хозяйство	п	Промеры, см			Оценка признаков, баллы					ИПЦ, %
		высота в холке	обхват		происхождение	тип	промеры	экстерьер	работоспособность	
			груди	пясти						
Учреждение «РЦО-ПКС и К»	16	166,9 ±0,6	193,3 ±1,0	21,1 ±0,2	9,0 ±0,1	8,7 ±0,2	8,5 ±0,2	8,3 ±0,2	8,4 ±0,2	100,6 ±0,3
РСУП «совхоз «Лидский»	1	167,0	192,0	21,0	8,0	9,0	8,0	9,0	—	100,1

Анализ данных табл. 1 показал, что средняя высота в холке у жеребцов траккененской породы в учреждении «РЦОПКС и К» составила 166,9±0,6 см, обхват груди – 193,3±1,0 см, обхват пясти – 21,1±0,2 см. Типичность оценена на 8,7±0,2 балла, промеры – 8,5±0,2 балла, экстерьер – 8,3±0,2 балла.

Жеребец-производитель из РСУП «совхоз «Лидский» также отличается высокими показателями экстерьерно-конституционального развития и оценкой фенотипических признаков – высота в холке не менее 167,0 см, обхват груди – 192,0 см, обхват пясти – 21,0 см, средняя оценка экстерьерно-конституциональных признаков – 8,5 балла. Выявлено, что индекс племенной ценности используемых в воспроизводстве жеребцов находится на уровне не ниже 100,0 % (в среднем по У «РЦОПКС и К» – 100,6±0,3 %), что свидетельствует о высоком их качестве.

В учреждении «РЦОПКС и К» Минского и РСУП «совхоз «Лидский» Лидского районов по воспроизводительным качествам оценено 12 жеребцов траккененской породы. Установлено, что по продолжительности племенного использования лидирует жеребец из учреждения «РЦОПКС и К» – Халахен. Шесть ремонтных жеребцов, хорошо показавших себя в конноспортивных соревнованиях, проходят апробацию и поэтому только начали использоваться в воспроизводстве. Нагрузка на 1 производителя колеблется от 3 до 13 кобыл в год. На ремонтных жеребцов приходится от 2 до 5 кобыл. Стабильно высокие показатели воспроизводительных качеств отмечены практически у всех жеребцов траккененской породы (зажеребляемость кобыл была выше 80,0 %), кроме двух производителей из учреждения «РЦОПКС и К» – Готтхард и Пирхан, зажеребляемость от которых составила менее 70,0 %.

Процент благополучной выжеребки маток в учреждении «РЦОПКС и К» был достаточно высокий и в среднем составил 90,9 %. Однако отмечено снижение указанного показателя у жеребцов-производителей:

Лазурит – 73,0 % и Голдфайер – 75,0 %, что может быть обусловлено интенсивным использованием их в спорте, а также индивидуальными особенностями подбираемых к ним кобыл.

Оценили качество кобыл в племенных хозяйствах (табл. 2) и установили, что наиболее высокий индекс племенной ценности (ИПЦ) имели конематки, принадлежащие учреждению «РЦОПКС и К» Минского района – 99,7±0,1 %. В среднем по кобылам ИПЦ составил 98,9±0,3 %.

Выявлено, что лучшими по промерам оказались представительницы ОАО «Полесская нива» – 8,5 балла. Самый низкий балл получили племенные матки из КСУП «Тепличное» – 6,6±0,2. В среднем по всем кобылам указанный показатель был на уровне 7,8±0,4 балла.

Средняя оценка типичности кобыл тракененской породы в племенных хозяйствах составила 8,2±0,1 балла, что является высоким показателем. Лучшими среди них являются конематки из РСУП «совхоз «Лидский» – 8,5±0,2 балла.

Таблица 2. Результаты оценки кобыл тракененской породы по комплексу признаков в племенных хозяйствах

Хозяйство	п	Промеры, см			Оценка признаков, баллы				ИПЦ, %
		высота в холке	обхват		происхождение	тип	промеры	экстерьер	
			грудь	писти					
Учреждение «РЦОПКС и К»	57	166,2 ±0,4	194,9 ±0,7	21,1 ±0,1	8,9 ±0,1	8,2 ±0,1	8,2 ±0,1	7,7 ±0,1	99,7 ±0,1
РУСП «совхоз «Лидский»	10	163,0 ± 1,1	191,2 ±2,5	20,1 ±0,2	8,1 ±0,1	8,5 ±0,2	7,8 ±0,3	7,9 ±0,1*	98,7 ±0,3
КСУП «Тепличное»	5	159,2 ±1,2	188,6 ±1,8	20,7 ±0,1	7,9 ±0,1	8,1 ±0,1	6,6 ±0,2	7,5 ±0,1	98,4 ±0,5
ОАО «Полесская нива»	2	165,0	193,0	21,0	8,8	8,0	8,5	7,5	98,9
В среднем по всему поголовью	74	165,3 ±0,4	193,9 ±0,7	20,6 ±0,1	8,7 ±0,1	8,2 ±0,1	8,1 ±0,1	7,7 ±0,1	98,9 ±0,1
Средние показатели оценки (Программа совершенствования лошадей тракененской породы до 2017 года)	-	165,7	197,5	21,1	8,5	8,5	7,4	8,75	-

Примечание: здесь и далее – разница значима при * $p \leq 0,05$; ** $p \leq 0,01$; *** $p \leq 0,001$.

Анализ данных табл. 2 показал, что наиболее высокая оценка экстерьерно-конституционных признаков у тракененских конематок РСУП

«Совхоз «Лидский» (оценка за экстерьер составляет $7,9 \pm 0,1$ балла). По указанному показателю они достоверно превосходят сверстниц из КСУП «Тепличное» на 0,4 балла ($p \leq 0,05$), из Учреждения «РЦОПКС и К» на 0,2 балла (различия недостоверны).

Установлено, что лучшие показатели воспроизводительных качеств имели кобылы учреждения «РЦОПКС и К». Они отличались наименьшим количеством прохолостов (12,5 %) и абортот (4,2 %) среди сверстниц других хозяйств и соответственно имели более высокий процент благополучной выжеребки – 89,3. Деловой выход жеребят в указанном хозяйстве составил 64,4 %, что является хорошим показателем плодовитости.

По числу плодовых лет на кобылу лучшими показателями характеризовались конематки РСУП «совхоз «Лидский» – $7,0 \pm 0,8$, однако деловой выход жеребят у них оказался низкий – 42,9 %, что в первую очередь связано с интенсивным использованием в спорте. В среднем по всем хозяйствам этот показатель составил $5,3 \pm 0,4$ лет.

Установлен наиболее высокий показатель числа жеребят на 1 кобылу (голов) в учреждении «РЦОПКС и К» – $3,2 \pm 0,3$.

В коневодстве считается, что потеря кобылами жеребости в норме может составлять до 5 %. Однако, практически во всех хозяйствах, кроме учреждения «РЦОПКС и К», процент абортот превышает допустимый уровень и в среднем составил 6,0%. Наиболее высоким он был в КСУП «Тепличное» – 22,2 %. Процент мертворожденных и слаборожденных жеребят в среднем по хозяйствам оказался на уровне 6,6 %.

Деловой выход жеребят у кобыл тракененской породы учреждения «РЦОПКС и К» составил 64,4 %, что на 4,4 % выше, чем в среднем по всем племенным хозяйствам. Ниже среднего этот показатель отмечен у тракененских конематок КСУП «Тепличное» – 35,0 % и РСУП «совхоз «Лидский» – 42,9 %, что свидетельствует о существенном влиянии на воспроизводительные качества лошадей паратипических факторов внешней среды, вопросов кормления и содержания.

На современном этапе развития верхового коннозаводства к лошадям предъявляют высокие требования по спортивной работоспособности, качеству движений и способности нести высокие нагрузки во время тренировок и соревнований. В связи с этим необходимо продолжать вести работу по совершенствованию спортивных качеств лошадей тракененской породы с улучшением продуктивности движений, техники прыжка, способности к обучению и другими параметрами.

В настоящее время испытания работоспособности лошадей тракененской породы осуществляются только в учреждении «РЦОПКС и

К», что является существенным недостатком системы племенной работы в других хозяйствах, в которых вести целенаправленный отбор лошадей по указанному показателю не представляется возможным. Анализ данных заводских испытаний молодняка за пятилетний период показал, что динамика показателей спортивной работоспособности у жеребчиков траккенской породы учреждения «РЦОПКС и К» достоверно улучшилась на 1,6 балла, у кобылок – на 0,9 балла ($p \leq 0,001$).

В структуре общего испытанного поголовья 2-летних жеребчиков на испытаниях 2017 года на долю траккенской породы приходилось 70,0 %, в 2022 году – 58,8 %. Среди кобылок изменения более существенные: в 2017 году на долю траккенских лошадей приходилось 69,2 %, в 2022 – только 35,3 %. Результаты представлены в табл. 3.

Таблица 3. Сравнительная характеристика спортивной работоспособности молодняка лошадей траккенской породы

Пол	Количество, гол	Средняя оценка двигателя качеств, баллов	Средняя оценка прыжковых качеств, баллов	Средняя оценка спортивных качеств, баллов
2017 год				
Всего испытанных:				
жеребчиков	30	6,9±0,1	6,6±0,2	6,8±0,2
кобылок	26	7,3±0,2	7,4±0,1	7,4±0,1
Жеребчики траккенской породы	21	6,6±0,1	6,0±0,2	6,3±0,1
Кобылки траккенской породы	18	7,1±0,2	7,2±0,1	7,2±0,1
2022 год				
Всего испытанных:				
жеребчиков	17	8,0±0,1	7,9±0,1	8,0±0,1
кобылок	17	8,2±0,1	8,2±0,1	8,3±0,1
Жеребчики траккенской породы	10	8,0±0,2	7,6±0,2	7,9±0,2***
Кобылки траккенской породы	6	8,0±0,1	8,1±0,3	8,1±0,1***

Данные табл. 3 наглядно демонстрируют, что показатели спортивных качеств лошадей траккенской породы значительно улучшились за пятилетний период, однако произошло уменьшение их количества среди общего числа испытываемых лошадей. Это связано со снижением спроса на траккенскую лошадь и в целом невысоким положением траккенской породы во всемирном рейтинге студбуков спортивных лошадей (WBFSH) [5]. Однако следует отметить, что данные международных

результатов выступлений свидетельствует о значимости в республике лошадей тракененской породы, которые являются лучшими на постсоветском пространстве. Благодаря квалифицированным специалистам-селекционерам учреждения «РЦОПКС и К» за указанный период удалось не только сохранить уникальное поголовье, но и повысить его качество. При этом на перспективу необходимо уделить внимание улучшению прыжковых качеств лошадей породы, так как по этому показателю они пока уступают лошадям других верховых пород.

Заключение. Приведенные результаты оценки племенной ценности лошадей тракененской породы, экстерьерно-конституциональных признаков, воспроизводительных качеств жеребцов и кобыл, спортивной работоспособности молодняка по результатам заводских испытаний свидетельствуют, что наиболее многочисленное и ценное конепоголовье сосредоточено в учреждении «РЦОПКС и К».

Анализ динамики показателей спортивной работоспособности продемонстрировал достоверное ее улучшение у жеребчиков на 1,6 балла, у кобылок – на 0,9 балла ($p \leq 0,001$), при уменьшении их количества среди общего числа испытываемых лошадей.

В дальнейшей работе с лошадьми тракененской породы необходимо уделить особое внимание улучшению их прыжковых качеств, так как по этому показателю они пока уступают лошадям других верховых пород.

ЛИТЕРАТУРА

1. Политова, М. Конный спорт: для спортивного пользования // Золотой мустанг. – 2018. – №8 (184). – Режим доступа: <http://www.goldmustang.ru/magazine/sport/9050.html>.
2. Заяц О. В., Линник Л. М., Ковалевская Т. А. Связь селекционируемых признаков с результатами спортивного использования лошадей тракененской породы // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки: БГСХА, 2023. – Вып. 26, ч. 1. – С. 11–20.
3. Инструкция по бонитировке племенных лошадей заводских пород / Главное управление государственной инспекции. – М., 1991. – 25 с.
4. Система оценки племенной (генетической) ценности лошадей разводимых в республике пород. Одобрена на заседании секции животноводства научно-технического совета Министерства сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. Протокол №2 от 3 марта 2017 г. – Жодино, 2018. – 19 с.
5. Рейтинг студбуков Всемирной федерации разведения спортивных лошадей (WBFSH) на 2022 год [Электронный ресурс]. – 2023. – Режим доступа: <https://www.wbfs.com/studbook-rankings>.

ПОКАЗАТЕЛИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ЛОШАДЕЙ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО- ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А. А. ЦАРЕНОК, А. Ф. КАРПЕНКО

*Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246045, e-mail: a.tsarenok@tut.by*

(Поступила в редакцию 14.02.2024)

Проводится анализ динамики численности поголовья лошадей в Беларуси, свидетельствующий, что только за период с 2019 по 2023 годов поголовье сократилось на 15 тыс. и составило 23 тыс. голов. По состоянию на октябрь 2023 года в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ) содержалось 385 голов лошадей всех половозрастных групп, или 101,3 % к уровню 2022 года. Данное количество лошадей составляет 1,7 % от общего по республике поголовья и 3,9 % от поголовья в сельскохозяйственных организациях. По численности лошадей конеферма является одной из самых крупных в Беларуси. Конеферме присвоен статус племенной. На землях экспериментально-хозяйственной зоны ПГРЭЗ ведется кормопроизводство и с 1996 года содержатся лошади русской тяжеловозной породы. Цель работы заключалась в изучении воспроизводительной функции лошадей, содержащихся на территории ПГРЭЗ, для оценки перспектив развития коневодства на данной территории.

В течение 2021–2023 годов объектами исследования являлись жеребцы, кобылы и жеребята русской тяжеловозной породы. Основным видом содержания лошадей в ПГРЭЗ является конюшенно-пастбищный с применением ручной и варковой случки кобыл. В ПГРЭЗ осуществляется индивидуальное закрепление кобыл за жеребцами-производителями на основе ежегодно разрабатываемых планов индивидуального подбора. Срок случного сезона продолжается с 15 февраля до середины июля. Всего за 2021, 2022 и 8 месяцев 2023 года в ПГРЭЗ получено приплода 392 жеребят.

Воспроизводство лошадей в ПГРЭЗ проводится достаточно эффективно, обеспечивающее выход жеребят от 100 конематок на уровне 79,5 %. Для повышения эффективности содержания лошадей в ПГРЭЗ необходимо использовать более сжатые сроки случки кобыл и своевременно выбраковывать из стада животных, которые не покрылись в установленные сроки.

Ключевые слова: лошади, воспроизводство, ПГРЭЗ, русская тяжеловозная порода.

An analysis of the dynamics of the number of horses in Belarus is being carried out, indicating that during the period from 2019 to 2023 alone, the number of horses decreased by 15 thousand and amounted to 23 thousand heads. As of October 2023, the Polesie State Radiation-Ecological Reserve (PSRER) contained 385 horses of all age and sex groups, or 101.3 % of the 2022 level. This number of horses is 1.7 % of the total livestock in the republic and 3.9 % of the livestock in agricultural organizations. In terms of the number of horses, the horse farm is one of the largest in Belarus. The horse farm has been assigned pedigree breeding status. On the lands of the experimental economic zone of PSRER, feed production has been carried out and since 1996, horses of the Russian heavy draft breed have been kept. The purpose of the work

was to study the reproductive function of horses kept on the territory of PSRER in order to assess the prospects for the development of horse breeding in this territory.

During 2021–2023, the objects of the study were stallions, mares and foals of the Russian heavy draft breed. The main type of horse keeping in PSRER is stable-pasture keeping with the use of hand-breeding and mating of mares. In PSRER, mares are individually assigned to stud stallions based on annually developed individual selection plans. The breeding season lasts from February 15 to mid-July. In total, in 2021, 2022 and 8 months of 2023, 392 foals were produced at PSRER.

Reproduction of horses in PSRER is carried out quite effectively, ensuring the yield of foals from 100 mares at the level of 79.5 %. To increase the efficiency of keeping horses in PSRER, it is necessary to use shorter mating periods for mares and promptly cull from the herd the animals that have not mated within the established time frame.

Key words: horses, reproduction, PSRER, Russian heavy draft breed.

Введение. По данным Национального статистического комитета на первое января 1941 года в Беларуси имелось 1170 тыс. лошадей, на эту же дату 1991 года поголовье лошадей сократилось до 217 тыс. голов, то есть за указанный период времени сокращение произошло в 5,4 раза [1]. Ситуация с поголовьем усугубляется тем, что лошади как рабочий вид, в связи с повсеместной механизацией технологических процессов, в сельском хозяйстве теряют свою значимость. Однако, кроме выполнения работы, лошади могут использоваться как источник конины, которая весьма ценна в качестве продукта питания, к тому же имеет высокий экспортный потенциал. Мясо, получаемое от лошадей высокой упитанности, по своей питательности, химическому составу и калорийности почти ничем не отличается от мяса крупного рогатого скота. Конина содержит от 18 до 25 % белка и до 10 % легкоплавкого жира [2, 3]. В той связи сохранение имеющегося поголовья лошадей должно быть оправдано не только как вид сельскохозяйственных животных, но и отрасль животноводства, оправдывающая свое существование особенно в тех местах, где другие виды животных содержаться не могут. Это касается, прежде всего, территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ). Здесь на землях экспериментально-хозяйственной зоны ПГРЭЗ основано кормопроизводство и с 1996 года содержатся лошади русской тяжеловозной породы [4, 5].

Цель работы – изучить воспроизводительную функцию лошадей, содержащихся на территории ПГРЭЗ, для оценки перспектив развития коневодства на данной территории.

Основная часть. Объектами исследования являлись жеребцы, кобылы и жеребята русской тяжеловозной породы, физиологическое состояние и воспроизводительная функция лошадей в условиях радиационно-экологического заповедника.

Методы исследования – зоотехнический, организационно-технологический, аналитический, статистический [3, 6].

Анализ численности поголовья лошадей в Беларуси свидетельствует о том, что и в настоящее время продолжается его уменьшение. Так, за период с 2019 по 2023 годов поголовье сократилось на 15 тыс. и составило 60,5 % от количества в 2019 году. За эти пять лет поголовье ежегодно уменьшалось на 3–5 тыс. голов (таблица). При сохранении данной тенденции через 4–7 лет поголовье может сократиться до опасного минимума, когда лошади могут оставаться как вид только в зоопарках и конно-спортивных школах.

Таблица. **Количество лошадей в Беларуси на начало года, тыс. голов [7]**

Показатели	2019	2020	2021	2022	2023
Всего	38	33	29	26	23
В том числе:					
в сельскохозяйственных организациях	17	15	13	12	10
в фермерских хозяйствах	1	0,9	1	1	1
в личных подсобных хозяйствах	20	17	15	13	11

По состоянию на октябрь 2023 года в заповеднике содержалось 385 голов лошадей всех половозрастных групп или 101,3 % к уровню 2022 года. Данное количество лошадей составляет 1,7 % от общего по республике поголовья и 3,9 % от поголовья в сельскохозяйственных организациях. По численности лошадей конеферма является одной из самых крупных в Беларуси. Конеферме присвоен статус племенной.

Содержание лошадей на территории радиоактивного загрязнения при повышенном внешнем радиационном фоне, а также с постоянным прессом радиационного фактора при круглогодичном потреблении загрязнённых кормов, может отражаться как на физиологическом состоянии животных, так и на параметрах их воспроизводства. Поэтому при выращивании лошадей на территории радиоактивного загрязнения важную роль играют как технологические процессы содержания и кормления, так и тщательный подбор кормовой базы, формирующей радиационную нагрузку на организм всех животных.

В этой связи, наряду с другими, данные о репродуктивных показателях лошадей необходимы для принятия решений о дальнейшем содержании и развитии племенного и продуктивного направления коневодства на территориях, загрязнённых радионуклидами. Для этого в течение 2021–2023 годов изучались как особенности физиологического

состояния организма лошадей так и их воспроизводительной функции в условиях постоянного пребывания на территории ППРЭЗ.

Как известно, эффективность развития коневодства напрямую связана с показателями воспроизводства животных. Проведение результативной селекционной работы и высокий процент выхода молодняка могут обеспечивать безубыточность коневодства. Вместе с тем в коневодстве, в сравнении с разведением других видов сельскохозяйственных животных, воспроизводство отличается значительно большим числом особенностей ввиду сложности процесса воспроизводства с точки зрения его физиологии. Оно имеет весьма низкий выход молодняка в расчете на 100 кобыл, и лишь достаточно продолжительная жизнь лошади позволяет сохранять поголовье на должном уровне. Искусственное осеменение, широко применяемое в других животноводческих отраслях, в коневодстве малоэффективно и почти не применяется [3].

Половая зрелость у кобыл наступает в 14–18 месяцев, у жеребцов на 2–3 месяца позже. Использовать для воспроизводства кобыл можно с 3 лет, в отдельных случаях хорошо развитых кобыл с 2, а жеребцов – с 4 лет. Плодовитость лошади сохраняют до 20–22 лет, а отдельные жеребцы – и до 30 лет [3, 8].

К числу положительных особенностей коневодства следует отнести сравнительно низкие численность и затраты обслуживающего персонала при разведении и содержании лошадей. Именно это и наличие достаточной кормовой базы стали определяющими при решении о разведении лошадей в ППРЭЗ.

Основным видом содержания лошадей в ППРЭЗ является конюшенно-пастбищный, где применяется ручная и варковая случка кобыл. Искусственное осеменение не применяется.

Для достижения целей исследований, совместно со специалистами из научной части ППРЭЗ, на основании информации из первичных источников зоотехнического, племенного и ветеринарного учета, были проанализированы все параметры характеризующие показатели воспроизводство лошадей.

В условиях ППРЭЗ планирование выжеребки лошадей осуществляется таким образом, чтобы она приходилась в основном на ранние весенние месяцы. Выжеребка в это время имеет преимущества: ранневесенние жеребята развиваются к зиме лучше, чем рожденные в более поздние сроки (лето, осень). Выжеребка к началу пастбищного сезона позволяет кобылам более рационально использовать пастбищный корм в системе пастбищного оборота; а более сжатые сроки рождения жеребят лучше организовать отъем и последующее выращивание жеребят.

В ПГРЭЗ осуществляется индивидуальное закрепление кобыл за жеребцами-производителями на основе ежегодно разрабатываемых планов индивидуального подбора. Покрывают кобыл по мере прихода их в охоту.

В результате проведенного анализа сроков случки и выжеребки кобыл в разрезе отдельных линий и семейств установлено, что большинство выжеребок (70,2 %) кобыл выделенных линий и (69,6 %) кобыл по семействам, приходится на весенний период (март–май), что обеспечивает возможность оптимального развития жеребят в условиях летне-пастбищного содержания. Остальное маточное поголовье приносит приплод в более поздние сроки. На этом основании сделан вывод, что в ПГРЭЗ необходимо использовать более сжатые сроки случки кобыл, а также исключать из случной компании тех животных, которые не покрываются в установленные сроки.

Из данных анализа зажеребляемости и благополучной выжеребки кобыл русской тяжеловозной породы и их помесей в зависимости от используемых при покрытии жеребцов-производителей, установлены существенные различия между отдельными производителями. Худшим по всем параметрам при покрытии чистопородных маток оказался жеребец Ломбард 37 (зажеребляемость маток – 84,6 %, благополучная выжеребка – 81,8 %). Этот жеребец оказался также худшим среди производителей при использовании на помесных матках (зажеребляемость – 66,7 %, благополучная выжеребка – 83,3 %). По данным показателям остальные производители имели более высокие показатели, которые существенным образом не различались.

По данным о продолжительности племенного использования лошадей русской тяжеловозной породы различной генеалогической структуры показано, что наиболее длительно используются кобылы линии Рубина 380 – около 10,75 лет. Среди семейств наиболее длительно используются потомки Гардины 49 – около 6,5 лет, Отмечен минимальный показатель у кобыл семейства Астры 080 – не более 2,6 лет.

Анализ продолжительности эмбрионального развития плодов кобыл русской тяжеловозной породы различных генотипов не показал существенных различий. В разрезе отдельных линий данный показатель варьирует от $332,41 \pm 2,16$ до $337,10 \pm 1,19$ дней. В разрезе отдельных семейств он варьирует от $334,45 \pm 1,44$ до $339,16 \pm 1,02$ дней. Все эти колебания находятся в пределах нормы.

В условиях ПГРЭЗ содержание жеребцов и кобыл, случка и выжеребка проходят на Хойникском участке на конеферме «Воротец». Всего за 2021, 2022 и 8 месяцев 2023 года в ПГРЭЗ получено приплода 392 жеребят.

Выход жеребят в среднем за год составил 79,5 %, что является высоким показателем для коневодческих предприятий Республики Беларусь.

Срок случного сезона при конюшенно-пастбищном содержании обычно продолжается с 15 февраля до середины июля. Случку рано ожеребившихся кобыл начинают с 1 февраля.

В условиях ПГРЭЗ, по предложению специалистов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», в зимний период используется рефлексологический метод выявления кобыл в охоте без ректального исследования состояния яичников и не требующего наличия квалифицированного специалиста-ветеринара и дополнительных затрат на фиксацию неоповоженных маток и их оценку. Кобыл в охоте выявляют с использованием так называемого «пробника», в качестве которого применяют жеребца с наиболее выраженными половыми рефлексам. Его помещают в денник, мимо которого ежедневно проходят все кобылы. Находящиеся в охоте матки подходят к производителю, проявляя все признаки охоты. Таких маток отделяют от остального табуна и покрывают закрепленным по плану подбора производителем. Перед окончанием случного сезона, который завершается 15 июля обычно выявляется несколько маток, которые оказываются холостыми, т.е. не жеребыми. Покрывают в ПГРЭЗ таких маток, используя варковую случку. Формируют косяк кобыл вместе с запланированным жеребцом и выпускают в отдельный загон (варок), где, как правило, их жеребец и покрывает. Покрытых в загоне кобыл присоединяют к остальному тауну и всех вместе выпускают на пастбище. Обычно одним жеребцом покрывают в загоне 1–2 кобыл, после чего его ставят в денник. Иногда отмечается избирательность и многократность покрытия одним и тем же жеребцом определенной матки. Таких маток помещают в изолированное помещение и при необходимости проводят её лечение.

В конце случного сезона все кобылы должны быть проверены на состояние жеребости, в том числе при необходимости и ректальному обследованию. Однако, из-за отсутствия специалиста по воспроизводству лошадей, владеющего методами ректального исследования, данный технологический приём контроля маточного поголовья на конеферме «Воротец» ПГРЭЗ не используется.

По каждой матке ведётся учёт количества покрытий, зажереблений, прохолостов, полученного слаборожденного и нежизнеспособного приплода, благополучных выжеребок.

Исследуемая популяция лошадей отличается достаточно хорошими воспроизводительными качествами. У чистопородных кобыл

зажеребляемость установлена на уровне 89,9 %, у помесей – 82,5 %. С другой стороны, среди благополучно ожеребившихся маток преобладали помеси (90,8 %) по сравнению с чистопородными особями (88,3 %). В 2022 году за период «январь–ноябрь» было получено 102 головы приплода жеребят (из них 53 жеребчика и 49 кобылки). Случаев рождения жеребят с врожденными патологиями не было зафиксировано. Выход жеребят на 100 маток составил 79,5 %.

Заключение. Воспроизводство лошадей в ППРЭЗ проводится достаточно эффективно, обеспечивающее выход жеребят от 100 конематок на уровне 79,5 %, что является высоким показателем для коневодческих предприятий Республики Беларусь. Для повышения эффективности коневодства необходимо использовать более сжатые сроки случки кобыл, и своевременно выбраковывать из стада животных, которые не попались в установленные сроки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – С. 115–149. – Режим доступа: <http://www.belstat.gov.by>. – Дата доступа: 14.01.2024.
2. Цирельсон Н. Б. Основы животноводства. – М., «Высш. Школа», 1974. – С. 461.
3. Дубежинский Е. В., Почкина С. Н. Коневодство: учебно-методический комплекс. – Горки: УО БГСХА, 2011. – 198 с. – URL: <http://hdl.handle.net/123456789/1891> (дата обращения: 14.01.2024).
4. Царенок А. А., Карпенко А. Ф., Антипенко О. Н. Радиологические условия содержания лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. Сборник научных трудов. – Выпуск 25. – Горки, 2022. – Ч. 2. – С. 243–249.
5. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы / Н. Н. Цыбулько и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.
6. Дубежинский Е. В., Почкина С. Н. Определение племенной ценности лошадей: методические указания к лабораторному занятию и задания для самостоятельной работы. – Горки: БГСХА, 2018. – 16 с.
7. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический буклет. Минск, 2023. – URL: <https://www.belstat.gov.by/omhrgtzoda196g3yr9b2r81r71vexa2k.pdf> (дата обращения: 14.01.2024).
8. Качественная характеристика и динамика основных признаков отбора лошадей белорусской упряжной, русской тяжеловозной пород в субъектах племенного животноводства Беларуси / М. А. Горбуков и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов. – Выпуск 25. – Горки, 2022. – Ч. 1. – С. 31–39.

**МАТЕМАТИЧЕСКАЯ ФОРМАЛИЗАЦИЯ ВЫЯВЛЕННЫХ
ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ В ЭКСТЕРЬЕРНО-КОНСТИТУЦИО-
НАЛЬНЫХ ОСОБЕННОСТЯХ МАТОЧНОГО ПОГОЛОВЬЯ,
ИНТЕНСИВНОСТИ РОСТА И РАЗВИТИЯ МОЛОДНЯКА
МЯСНЫХ ПОРОД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА
БЕЛОРУССКОЙ СЕЛЕКЦИИ**

В. В. СОЛЯНИК, С. В. СОЛЯНИК

*РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

А. В. СОЛЯНИК

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 14.02.2024)

В статье представлены результаты анализа табличной информации по мясному скотоводству, изложенной в рецензируемых научных публикациях зоотехнического профиля. Выявлены закономерности в экстерьерно-конституциональных особенностях маточного поголовья, интенсивности роста и развития молодняка мясных пород крупного рогатого скота белорусской селекции, которые были математически формализованы в виде компьютерных блок-программ.

Использование табличного процессора MS Excel позволяет осуществлять численное моделирование экстерьерно-конституционных характеристик коров лимuzинской породы, а также продуктивность бычков абердин-ангусской породы, в зависимости от месяца их рождения. В электронных таблицах можно моделировать численные значения следующих промеров (высота в холке, высота в крестце, глубина груди за лопатками, ширина груди за лопатками, ширина зада в маклоках, косая длина туловища, косая длина зада, обхват груди за лопатками, обхват пясти) и индексов (длинноногости, растянутости, грудной, сбитости, костистости, массивности).

С точки зрения практикующего зоотехника-селекционера вызывает большое сомнение проведение племенной работы на основе промеров и индексов телосложения маточного поголовья, по, так называемых, экстерьерно-конституциональным особенностям. Дело в том, что выравненное поголовье (то есть усредненные значения, представленные в таблицах, на основе которых разработаны блок-программы) не будет иметь высокий коэффициент изменчивости в промерах(индексах) телосложения. В то же время бонитировка требует проводить оценку каждой особи, что очень трудозатратно и, как показано выше на выявленных и математически формализованных закономерностях, на основе усредненных данных, бесперспективно в вопросе выведение новых пород мясного скота.

Для более объективной математической формализации закономерностей целесообразно выявлять их не в статистически обработанном материале, а при анализе исходных первичных данных. Для этого важно найти взаимовыгодное понимание между исследователями, у которых имеются первичные данные, с авторами данной статьи, которые обладают необходимыми и достаточными знаниями по выявлению скрытых закономерностей и их математической формализации.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, мясные породы, конституционно-экстерьерная показатели, зависимости, закономерности, математическая формализация

The article presents the results of an analysis of tabular information on beef cattle breeding, presented in peer-reviewed scientific publications in the zootechnical field. Regularities were identified in the exterior and constitutional characteristics of the breeding stock, the intensity of growth and development of young meat breeds of cattle of Belarusian selection, which were mathematically formalized in the form of computer block programs.

The use of the MS Excel spreadsheet processor allows for numerical modeling of the exterior and constitutional characteristics of Limousin cows, as well as the productivity of Aberdeen Angus bulls, depending on the month of their birth. In particular, in electronic tables it is possible to model the numerical values of the following measurements (height at the withers, height at the rump, depth of the chest behind the shoulder blades, width of the chest behind the shoulder blades, width of the buttocks, oblique length of the body, oblique length of the butt, girth of the chest behind the shoulder blades, girth of metacarpus) and indices (long-legged, elongated, pectoral, crooked, bony, massive).

From the point of view of a practicing livestock breeder, it is highly questionable to carry out breeding work based on measurements and body indices of the breeding stock, according to the so-called exterior-constitutional characteristics. The fact is that the leveled livestock (that is, the average values presented in the tables on the basis of which the block programs are developed) will not have a high coefficient of variability in body measurements (indices). At the same time, grading requires an assessment of each individual, which is very labor-intensive and, as shown above in the identified and mathematically formalized patterns, based on averaged data, it is futile in the matter of breeding new breeds of beef cattle.

For a more objective mathematical formalization of patterns, it is advisable to identify them not in statistically processed material, but when analyzing the original primary data. To do this, it is important to find a mutually beneficial understanding between researchers who have primary data and the authors of this article, who have the necessary and sufficient knowledge to identify hidden patterns and their mathematical formalization.

Key words: cattle, meat breeds, constitutional and exterior indicators, dependencies, patterns, mathematical formalization.

Введение. Из года в год зоотехники-селекционеры и ученые-селекционеры проводят бонитировку крупного рогатого скота мясных пород. В частности, в нашей стране наиболее тщательно ведется селекционная работа по лимузинской и абердин-ангусской породам.

Проведение бонитировок вообще, а если это сопряжено с постановкой научно-хозяйственных опытов, требует огромных усилий со стороны исследователей, затрат времени и здоровья, в прямом и переносном смысле.

При размещении в научных публикациях информации, полученной в ходе выполнения натурных экспериментов данные представляются в

виде таблиц, иногда в виде диаграмм (графиков), с указанием средних значений, ошибки средней, изредка коэффициент вариации, дисперсия, а также достоверности различий, если сравниваются опытные группы с контролем.

Цель работы: провести математическую формализацию выявленных закономерностей в экстерьерно-конституциональных особенностях маточного поголовья, интенсивности роста и развития молодняка мясных пород крупного рогатого скота белорусской селекции.

Основная часть. В качестве исходной информации для достижения цели исследования были взяты данные из опубликованных результатов ученых-селекционеров [1, 2].

Численное моделирование, а точнее математическую формализацию выявленных скрытых закономерностей мясного скота, осуществляли разработанными нами методами [3–6].

Математическая формализация выявленных закономерностей нами реализована в компьютерных блок-программах (табл. 1, 2).

Таблица 1. Блок-программа расчета основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов)

	А	В
1	Возраст (30...54), мес	30
2	Отел (1, 2, 3)	1
3	Высота в холке	$=((118,1+0,375*B1-0,00416667*B1^2)+(123,5+2,7*B2-0,6*B2^2))/2$
4	Высота в крестце	$=((116,475+0,925*B1-0,01180556*B1^2)+(129,3+6*B2-1,7*B2^2))/2$
5	Глубина груди за лопатками	$=((59,0625+0,2*B1-0,0017361*B1^2)+(62,1+1,65*B2-0,25*B2^2))/2$
6	Ширина груди за лопатками	$=((67,8375-1,1416667*B1+0,0142361*B1^2)+(51,9-7,55*B2+2,05*B2^2))/2$
7	Ширина зада в маклоках	$=((51,225-0,18333*B1+0,0020833*B1^2)+(48,6-1,3*B2+0,3*B2^2))/2$
8	Косая длина туловища	$=((113,2375+1,658333*B1-0,0190972*B1^2)+(136,9+11,65*B2-2,75*B2^2))/2$
9	Косая длина зада	$=((41,575+0,35*B1-0,0048611*B1^2)+(46,3+2,1*B2-0,7*B2^2))/2$
10	Обхват груди за лопатками	$=((203,65-0,86667*B1+0,0097222*B1^2)+(191,2-6,2*B2+1,4*B2^2))/2$
11	Обхват пясти	$=((21,5875-0,141666*B1+$

		$0,0017361*B1^2)+$ $(19,6-0,95*B2+0,25*B2^2))/2$
12	Индекс длинноности	$=((50,75-0,041667*B1)+$ $(50-0,5*B2))/2$
13	Индекс растянутости	$=((94,475+1,116667*B1-0,01319444*B1^2)+$ $(110,3+7,7*B2-1,9*B2^2))/2$
14	Грудной индекс	$=((106,5875-1,7*B1+$ $0,01979167*B1^2)+$ $(82,4-11,85*B2+2,85*B2^2))/2$
15	Индекс сбитости	$=((154,7375-1,3833*B1+$ $0,015625*B1^2)+$ $(134,9-9,85*B2+2,25*B2^2))/2$
16	Индекс костистости	$=((14,2875+0,000000000000222*B1+$ $0,00034722*B1^2)+$ $(14,4+0,15*B2+0,05*B2^2))/2$
17	Индекс массивности	$=((50,2375-0,4083333*B1+$ $0,00590278*B1^2)+$ $(44,8-2,35*B2+0,85*B2^2))/2$

Таблица 2. Блок-программа расчета динамики живой массы бычков абердин-ангусской породы и их среднесуточного роста в конкретном возрасте в зависимости от месяца рождения

	А	В
1	Месяц (1–12) рождения бычков	1
2	Возраст бычков (1...480), дн.	300
3	Живая масса бычков, кг	$=ЕСЛИ(В2<=210;19,81830209+$ $0,34272326*B1-0,02570746*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=300;301,6724366-$ $4,74908122*B1+0,38851525*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=360;353,40303197+$ $6,37489893*B1-0,48623668*B1^2)))$
4	Среднесуточный прирост, г	$=ЕСЛИ(В2<=210; 500+В1*0;$ $ЕСЛИ(В2<=300;759,100606-$ $2,3450202*B1+0,196086*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2<=360;1307,9418412-$ $53,3730614*B1+4,2966005*B1^2;$ $ЕСЛИ(В2>360;850,8743109+$ $182,937523*B1-14,3857038*B1^2)))$

Чтобы воспользоваться блок-программами, являющимися результатом математической формализации выявленных закономерностей, их необходимо скопировать в конкретный диапазон ячеек электронных таблиц MS Excel.

Учитывая, что нами выявлены закономерности взаимосвязей возраста (количества отелов) маточного поголовья лимузинской породы с основными промерами и индексами телосложения, то мы представляем

результаты численного моделирования конкретных результатов (табл. 3).

Таблица 3. Результаты моделирования основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов)

Возраст (30...54), мес	30	35	40	45	50	54
Отел (1, 2, 3)	1	1	2	2	3	3
Высота в холке	125,6	125,9	126,5	126,5	126,3	126,2
Высота в крестце	133,6	134,0	134,5	134,3	132,6	132,0
Глубина груди за лопатками	63,5	63,7	64,3	64,5	64,8	64,8
Ширина груди за лопатками	46,4	45,9	45,0	45,1	47,0	47,7
Ширина зада в маклоках	47,6	47,5	47,2	47,2	47,3	47,4
Косая длина туловища	145,8	146,8	149,1	149,2	147,8	147,1
Косая длина зада	47,7	47,8	47,7	47,6	46,6	46,3
Обхват груди за лопатками	186,4	185,8	184,5	184,4	184,9	185,2
Обхват пясти	18,9	18,8	18,7	18,7	18,9	19,0
Индекс длинноности	49,5	49,4	49,0	48,9	48,6	48,5
Индекс растянутости	116,1	116,7	118,1	118,1	116,8	116,3
Грудной индекс	73,4	72,4	70,2	70,1	71,8	72,5
Индекс сбитости	127,3	126,4	124,3	124,2	125,1	125,6
Индекс костистости	14,6	14,7	14,9	14,9	15,2	15,3
Индекс массивности	43,3	43,2	43,4	43,7	45,0	45,4

Проведение сравнительного анализа с возрастом(отелом) показало минимальные погрешности, то есть на уровне статистической погрешности измерений (табл. 4)

Таблица 4. Разница с увеличением возраста (отела), %

Возраст (30...54), мес	30	35	40	45	50	54
Отел (1, 2, 3)	1	1	2	2	3	3
Высота в холке		0,2	0,5	0,0	-0,2	-0,1
Высота в крестце		0,3	0,4	-0,1	-1,3	-0,5
Глубина груди за лопатками		0,3	1,0	0,2	0,4	0,1
Ширина груди за лопатками		-1,2	-1,9	0,4	4,2	1,4
Ширина зада в маклоках		-0,3	-0,6	0,0	0,3	0,1
Косая длина туловища		0,7	1,5	0,1	-1,0	-0,4
Косая длина зада		0,2	-0,1	-0,3	-2,1	-0,7
Обхват груди за лопатками		-0,3	-0,7	-0,1	0,3	0,2
Обхват пясти		-0,4	-0,7	0,1	1,1	0,4
Длинноности		-0,2	-0,7	-0,2	-0,7	-0,2
Растянутости		0,6	1,1	0,0	-1,1	-0,4
Грудной		-1,4	-3,0	-0,1	2,4	1,0
Сбитости		-0,7	-1,6	-0,1	0,8	0,4
Костистости		0,4	1,5	0,5	1,9	0,5
Массивности		-0,1	0,4	0,5	3,0	0,9

На наш взгляд, для математической формализации выявленных закономерностей целесообразно брать первичные данные по группе скота, а не пользоваться табличными данными, подвергнутыми статистической обработке. Дело в том, что при анализе всего массива первичных данных, выявление закономерностей происходит в граничных условиях, то есть учитываются минимальные и максимальные значения, которые при математической формализации усредняются, когда происходит подбор соответствующей аппроксимационной кривой с минимальной ошибкой (менее 5 %) «воспроизведения» исходных данных.

С точки зрения практикующего зоотехника-селекционера вызывает большое сомнение проведение племенной работы на основе промеров и индексов телосложения маточного поголовья, по так называемым, экстерьерно-конституциональным особенностям. Дело в том, что выравненное поголовье (то есть усредненные значения, представленные в таблицах, на основе которых разработаны блок-программы) не будет иметь высокий коэффициент изменчивости в промерах (индексах) телосложения. В то же время бонитировка требует проводить оценку каждой особи, что очень трудозатратно и, как показано выше на выявленных и математически формализованных закономерностях, на основе усредненных данных, бесперспективно в вопросе выведения новых пород мясного скота.

Проведено моделирование численных значений живой массы, среднесуточного привеса и возраста в зависимости от месяца рождения бычков абердин-ангусской породы (табл. 5).

Таблица 5. Возраст бычков абердин-ангусской породы, их среднесуточный привес и живая масса, в зависимости от месяца рождения

Возраст бычков (1...360), дней	150	150	250	250
Месяц (1–12) рождения бычков	ЖМ*	ССП**	ЖМ	ССП
1	20	500	297	757
2	20	500	294	755
3	21	500	291	754
4	21	500	289	753
5	21	500	288	752
6	21	500	287	752
7	21	500	287	752
8	21	500	289	753
9	21	500	290	754
10	21	500	293	755
11	20	500	296	757
12	20	500	301	759

Продолжение табл. 5

Возраст бычков (1...360), дней	300	300	350	350
Месяц (1-12) рождения бычков	ЖМ	ССП	ЖМ	ССП
1	297	757	359	1259
2	294	755	364	1218
3	291	754	368	1186
4	289	753	371	1163
5	288	752	373	1148
6	287	752	374	1142
7	287	752	374	1145
8	289	753	373	1156
9	290	754	371	1176
10	293	755	369	1204
11	296	757	365	1241
12	301	759	360	1286

*ЖМ – Живая масса бычков, кг; **ССП – Среднесуточный прирост, г

Зависимость продуктивности бычков абердин-ангусской породы от месяца рождения позволяет более оптимально составлять циклограмму движения поголовья по станкам (секциям) фермы по откормам молодняка конкретной мясной породы.

Для более объективной математической формализации закономерностей целесообразно выявлять их не в статистически обработанном материале, а при анализе исходных первичных данных. Для этого важно найти взаимовыгодное понимание между исследователями, у которых имеются первичные данные, с авторами данной статьи, которые обладают необходимыми и достаточными знаниями по выявлению скрытых закономерностей и их математической формализации.

Заключение. Выявлены скрытые закономерности основных промеров и индексов телосложения маточного поголовья лимузинской породы в зависимости от возраста (количества отёлов), а также динамики живой массы бычков абердин-ангусской породы и их среднесуточного роста в конкретном возрасте в зависимости от месяца рождения. Выявленные закономерности были математически формализованы в виде компьютерных блок-программ.

Использование табличного процессора MS Excel позволяет осуществлять численное моделирование экстерьерно-конституционных характеристик коров лимузинской породы, а также продуктивность бычков абердин-ангусской породы, в зависимости от месяца их рождения. В частности, в электронных таблицах можно моделировать численные значения следующих промеров (высота в холке, высота в крестце, глубина груди за лопатками, ширина груди за лопатками, ширина зада в маклоках, косая длина туловища, косая длина зада, обхват груди за

лопатками, обхват пясти) и индексов (длинноногости, растянутости, грудной, сбитости, костистости, массивности).

ЛИТЕРАТУРА

1. Генеалогическая структура и экстерьерно-конституциональные особенности маточного поголовья лимузинской породы белорусской селекции / С. В. Сидунов, Р. В. Лобан, Е. Ю. Гуминская и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57. – № 1. – С. 113–124.
2. Интенсивность роста и развития молодняка абердин-ангусской породы белорусской селекции в зависимости от сезона рождения / С. В. Сидунов, Е. Ю. Гуминская, М. Н. Сидунова и др. // Зоотехническая наука Беларуси. – 2022. – № 57. – № 1. – С. 125–133.
3. Соляник С. В. Методика решения проблемы математической воспроизводимости статистических данных научных исследований в сельскохозяйственных отраслях науки // Органічне виробництво і продовольча безпека. – Житомир: ЖНАЕУ, 2017. – С. 218–223.
4. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник С. В. Теоретическая и практическая разработка специализированного программного обеспечения для свиноводства : монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2012. – 324 с.
5. Соляник А. В., Соляник В. В., Соляник А. А. Общетеоретические основы использования численных методов в принятии управленческих решений в свиноводстве: монография. – Горки: Белорусская государственная сельскохозяйственная академия, 2013. – 412 с.
6. Соляник С. В., Соляник В. В. Компьютерная формализация зоотехнических характеристик молозива свиноматок и кормления молодняка свиней // Инновационный путь развития свиноводства стран СНГ: сборник научных трудов по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции (г. Жодино, 14–15 октября 2021 г.) / Нац. акад. Наук Беларуси, Науч.-практ. центр по животноводству. – Минск: Беларуская навука, 2021. – С. 177–182.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГЕНЕТИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА МОЛОЧНОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ КОРОВ-РЕКОРДИСТОК ДЛЯ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ СТАД КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

Д. С. ДОЛИНА, А. Л. СЕМАШКО

*УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

Л. В. ШУЛЬГА

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная
академия ветеринарной медицины,
г. Витебск, Республика Беларусь, 210026*

(Поступила в редакцию 14.03.2024)

Уровень эффективности производства молока во многом зависит от селекционно-племенной работы, проводимой на предприятии, которое позволяет иметь высокопродуктивное племенное ядро стада. В РБ созданы высокопродуктивные стада крупного рогатого скота, имеющие высокий генетический потенциал молочной продуктивности[5]. Основной целью селекционной работы является максимальное использование ценных животных и дальнейшее повышение генетического потенциала продуктивности.

В результате проведенных исследований изучен генетический потенциал молочной продуктивности коров-рекордисток, животных имеющих удой за лактацию более 10 тыс. кг. молока (от 10025 кг до 12932 кг). Установлена и доказана связь линейной принадлежности с молочной продуктивностью и дана экономическая оценка молочной продуктивности коров-рекордисток различной линейной принадлежности.

Установлено, что из 3 линий, к которым принадлежат животные молочного стада: Рефлекшн Соверинга 198998, Вис Айдиала 93312 и Монтвик Чифтейна 95679, наиболее перспективной является линия Вис Айдиала 93312. Именно животные этой линии отличаются более высокими продуктивными качествами, которые стойко передаются по наследству.

Исследования показали, что линейная принадлежность дойного стада является одним из основных факторов, обуславливающих экономическую эффективность производства молока на предприятии.

Установлено, что продуктивность коров-рекордисток всех представленных линий позволяет обеспечить рентабельность производства в среднем на уровне 40 %. Вместе с тем более высокие показатели отмечены по линии Вис Айдиала 93312. При сложившемся уровне производственных затрат, удой коров-рекордисток данной линии на уровне 11259 кг и жирности молока 3,72% может обеспечить предприятию получение чистого дохода размером 3,12 тыс. руб. на 1 голову в год при окупаемости затрат 1,43 руб./руб.

Ключевые слова: *генетический потенциал, корова-рекордистка, селекция, линия, порода, внутривидовое разведение, скрещивание, родословная, отбор, подбор.*

The level of efficiency of milk production largely depends on the selection and breeding work carried out at the enterprise, which allows you to have a highly productive breeding core of the herd. In the Republic of Belarus, highly productive herds of cattle have been created that have a high genetic potential for milk production. The main goal of breeding work is to maximize the use of valuable animals and further increase the genetic potential of productivity.

As a result of the research, the genetic potential of milk productivity of record-breaking cows, animals with a milk yield per lactation of more than 10 thousand kg, was studied (from 10025 kg to 12932 kg). The connection between linear affiliation and milk productivity has been established and proven, and an economic assessment of the milk productivity of record-breaking cows of various linear affiliations has been given.

It has been established that of the 3 lines to which the animals of the dairy herd belong: Reflection Soveringa 198998, Vis Aidiala 93312 and Montvik Chieftain 95679, the most promising is the line Vis Aidiala 93312. It is the animals of this line that are distinguished by higher productive qualities, which are consistently inherited.

Research has shown that the linear affiliation of the dairy herd is one of the main factors determining the economic efficiency of milk production at the enterprise.

It has been established that the productivity of record-breaking cows of all presented lines allows for production profitability on average at the level of 40 %. At the same time, higher indicators were noted for the line Vis Aidiala 93312. At the current level of production costs, the milk yield of the record-breaking cows of this line is at the level of 11,259 kg and the milk fat content is 3.72 %. It can provide the company with a net income of 3.12 thousand rubles per 1 head per year with a cost recovery of 1.43 rubles/rub.

Key words: genetic potential, record cow, selection, line, breed, intrabreeding, crossing, pedigree, selection, choosing.

Введение. Практикой мирового и отечественного скотоводства доказано, что доходность современного молочного хозяйства напрямую связана с удоем коров. Вследствие этого животноводы стран с развитым молочным скотоводством разными зоотехническими приемами добиваются роста их продуктивности [1].

Главная цель селекционно-племенной работы в молочном скотоводстве Республики Беларусь заключается в дальнейшем повышении генетического потенциала молочного скота черно-пестрой породы до уровня 9,5–10,0 тыс. кг молока с массовой долей жира и белка в молоке 3,6–3,9 и 3,2–3,4 % соответственно [6].

Реализация этих показателей может быть достигнута за счет применения целого комплекса мер по дальнейшему улучшению племенных и продуктивных качеств разводимых и выведению новых пород, типов, линий и кроссов, разработка и внедрение новых методик оценки племенных качеств животных, распространение высокого генетического потенциала в товарном животноводстве республики. Кроме этого, следует совершенствовать системы и способы содержания животных, организацию полноценного нормированного кормления коров, выбор доильных машин и организация доения в зависимости от принятой технологии производства молока, внедрение прогрессивных форм

организации труда и производства, а также прогрессивных технологий получения молока высокого качества [4, 5].

Темпы дальнейшего увеличения продуктивности молочного стада в первую очередь зависят от улучшения генотипа животных, повышения наследственного потенциала молочной продуктивности коров черно-пестрой породы, которая является основной как по численности, так и по распространению в республике. Эта задача может решаться прежде всего, как путем внутривидовой селекции, так и на основе межвидового скрещивания, путем использования высокопродуктивных животных. Условием успешного скрещивания является комбинационная способность популяции, позволяющая получения животных с долей генотипа по голштинской породе способных в конкретных почвенно-климатических и хозяйственных условиях хорошо сочетать в себе адаптационные свойства местных популяций черно-пестрого скота с высокой приспособленностью к интенсивной технологии [4].

Наиболее эффективным методом разведения является разведение по линиям. Метод разведения по линиям позволяет сохранить на определенном уровне генетическое сходство с родоначальником линии, а значит воспрепятствовать потере линии. Впервые основные принципы линейного разведения изложил профессор Е. А. Богданов, который вводил сюда следующие элементы: Отбор – выделение ведущих животных; Подбор – применение спаривания по определенной системе; Выборка негодного в племенном отношении материала из последующего разведения.

Он также отмечал, что разведение по линиям требует выделения животных, дающих наиболее выдающееся потомство.

Академик М. Ф. Иванов, работая над созданием новых пород, считал необходимым включить еще один элемент – это внесение в линию недостающих качеств путем введения неродственных животных, обладающих этими качествами [2].

Цель линейного разведения: путем племенной работы превратить достижения отдельных животных в достоинства групповые.

Различные достоинства породы накапливаются в отдельных линиях, которые создают структуру стада, породы, обеспечивая разнообразие и пластичность ее [3].

Цель работы: генотипическая и фенотипическая оценка коров-рекордисток дойного стада ОАО «Витко-Агро», Слуцкого района.

Были поставлены следующие задачи:

– установить линейную принадлежность маточного поголовья дойного стада ОАО «Витко-Агро»;

- выявить коров-рекордисток дойного стада и установить их линейную принадлежность;
- определить продуктивные качества рекордисток с учетом их линейной принадлежности;
- дать экономическую оценку молочной продуктивности коров-рекордисток различной линейной принадлежности.

Объект исследования: дойное стадо коров белорусской черно-пестрой породы ОАО «Витко-Агро» Слуцкого района находящиеся на МТК «Целевичи». Всего использовано 1825 голов белорусской черно-пестрой породы, из которых 20 животных племенного ядра с удоем более 10 тыс. кг молока выделены в группу коров-рекордисток. Определена связь продуктивных качеств с линейной принадлежностью.

Средняя живая масса дойных коров стада составляет около 600–650 кг. Среднесуточный удой 1 коровы – 23,5 кг, с жирностью 3,5–3,6 %.

Для решения поставленных задач были использованы материалы племенного и зоотехнического учета, собственные исследования.

В ходе исследований определялись такие показатели, как удой за лактацию, удой за наивысшую законченную лактацию, процент жира и процент белка в молоке. Линейная принадлежность исследуемого маточного поголовья устанавливалась по линии отца и линии матери.

По исходным фактическим данным проводилась биометрическая обработка с исчислением статистических показателей на персональном компьютере с использованием стандартного пакета прикладных программ «Excell».

Основная часть. На первом этапе исследований была изучена линейная принадлежность дойного стада ОАО «Витко-Агро». Установлено, что поголовье дойного стада хозяйства принадлежит к 3 линиям: Рефлекшн Соверинга 198998, Вис Айдиала 93312 и Монтивик Чифтейна 95679 (табл.1)

Таблица 1. Линейная принадлежность коров дойного стада

Линейная принадлежность	Поголовье	
	голов	%
1. Вис Айдиал 93312	507	27,8
2. Рефлекшн Соверинг 198998	1164	63,8
3. Монтивик Чифтейн 95679	52	2,8
4. Линия неизвестна	102	5,6
ВСЕГО	1825	100

Анализ табл. 1 показывает, что из исследованных 1825 коров большинство принадлежит к линии Рефлекшн Соверинг 198998 – 1164 головы. Меньше всего животных относятся к линии Монтивик Чифтейн

95679 – 52 головы. Из-за отсутствия документации 102 коровы неопознанных линий.

Далее была проведена выборка коров-рекордисток, удой которых более 10 тыс. кг молока. В хозяйстве таких 20 животных, большинство из которых находятся на МТК «Целевичи». Список коров-рекордисток представлен в табл. 2.

Таблица 2. Список коров – рекордисток предприятия

№ п/ п	Кличка	Линия	Наивысшая лактация		
			Продуктивность за 305 дней		
			удой, кг	жир %	белок %
1	Звездочка	Вис Айдиал 93312	12932	3,87	3,33
2	Красуня	Монтивик Чифтейн 95679	10607	3,55	3,46
3	Ласточка	Вис Айдиал 93312	12554	3,60	3,43
4	Ночка	Вис Айдиал 93312	11494	3,51	3,31
5	Смуглянка	Рефлекшн Соверинг 198998	11345	3,58	3,50
6	Белла	Вис Айдиал 93312	11282	3,74	3,72
7	Калина	Вис Айдиал 93312	11384	3,52	3,60
8	Марта	Рефлекшн Соверинг 198998	11031	3,73	3,44
9	Снежка	Рефлекшн Соверинг 198998	10919	3,13	3,35
10	Веста	Вис Айдиал 93312	10908	3,63	3,27
11	Дуся	Вис Айдиал 93312	10800	3,71	3,68
12	Лялька	Рефлекшн Соверинг 198998	10717	3,69	3,48
13	Злата	Линия неизвестна	10704	4,47	3,36
14	Аза	Рефлекшн Соверинг 198998	10555	3,82	3,32
15	Милка	Вис Айдиал 93312	10736	3,56	3,61
16	Дора	Линия неизвестна	10121	3,22	3,62
17	Чернушка	Рефлекшн Соверинг 198998	10104	4,04	3,56
18	Майка	Вис Айдиал 93312	10325	3,95	3,51
19	Белка	Рефлекшн Соверинг 198998	10025	3,95	3,51
20	Ромашка	Вис Айдиал 93312	10282	3,98	3,38
В среднем			10740	3,69	3,50

Из табл. 2. видно, что коровы – рекордистки хозяйства принадлежат к 3 линиям: Рефлекшн Соверинга 198998, Вис Айдиала 93312 и Монтивик Чифтейна 95679. По двум животным отсутствует информация. Продуктивность по коровам – рекордисткам колеблется от 9982 кг. до 12932 кг молока и в среднем составила 10740 кг молока. Средний процент жира 3,69 %, а средний процент белка 3,5 %.

На следующем этапе были изучены продуктивные качества рекордисток разной линейной принадлежности (табл. 3).

Таблица 3. Продуктивные качества рекордисток разной линейной принадлежности

Линейная принадлежность	Количество		Удой за лактацию, кг	Жирномолочность, %	Белковомолочность, %
	голов	%	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$
1. Вис Айдиал 93312	10	50	11259 $\pm$ 403	3,72 $\pm$ 0,05	3,47 $\pm$ 0,01
2.Рефлекшн Соверинг 198998	7	35	10671 $\pm$ 268	3,7 $\pm$ 0,06	3,48 $\pm$ 0,02
3.Монтвик Чифтейн 95679	1	5	10607	3,59	3,46
4. Линия неизвестна	2	10	10413	3,72	3,49
ВСЕГО	20	100	10740 $\pm$ 374	3,69 $\pm$ 0,04	3,47 $\pm$ 0,02

Данные табл. 3. показывают, что из 20 коров-рекордисток большинство – 50 %, или 10 коров принадлежат к линии Вис Айдиал 93312; 7 животных или 35 % – к линии Рефлекшн Соверинг 198998; одно животное – к линии Монтвик Чифтейн 95679. По двум рекордисткам линия неизвестна.

Установлено, что самая высокая продуктивность у коров линии Вис Айдиал 93312–11259 кг за лактацию. У животных линии Рефлекшн Соверинга 198998 и Монтвик Чифтейна 95679 продуктивность на одном уровне – 10671–10607 кг, а у коров неизвестных линий – 10413 кг. Жирномолочность наименьшая у коровы линии Монтвик Чифтейн 95679, а у представителей других линий колебания незначительные – 3,7–3,72 %. Не обнаружена зависимость белковомолочности от линейной принадлежности, которая в среднем по всем животным составила 3,47 %.

Экономическая эффективность производства молока отражает степень результативности производственных процессов и позволяет соотнести между собой затраченные ресурсы с достигнутыми результатами на производство единицы продукции, сделав при этом вывод об эффективности их использования. Основными показателями, характеризующими экономическую эффективность результатов исследований по разрабатываемой тематике, являются: выход продукции, стоимость продукции, ожидаемый доход в расчете на 1 голову, уровень рентабельности и окупаемость затрат (табл. 4).

Таблица 4. Экономическая оценка молочной продуктивности коров-рекордисток различной линейной принадлежности (в расчете на 1 голову)

Показатель	Линия			
	Вис Айдиала 93312	Рефлекшн Соверинга 198998	Монтвик Чифтейна 95679	Линия неизвестна
Удой от коровы за лактацию, кг	11259	10671	10607	10413
Жирность молока, %	3,72	3,7	3,59	3,72
Удой в пересчете на базисную жирность, кг	11634	10967	10578	10760
Стоимость продукции, тыс. руб.	10,36	9,77	9,42	9,58
Производственные затраты, тыс. руб.	7,24	6,87	6,82	6,70
Ожидаемый доход, тыс. руб.	3,12	2,90	2,60	2,88
Окупаемость затрат, руб./руб.	1,43	1,42	1,38	1,43

На основании данных табл. 4 можно сделать вывод о том, что линейная принадлежность дойного стада является одним из основных факторов, обуславливающих экономическую эффективность производства молока в ОАО «Витко-Агро» Слуцкого района.

Продуктивность коров-рекордисток всех представленных линий позволяет обеспечить рентабельность производства в среднем на уровне 40 %.

Вместе с тем более высокие показатели отмечены по линии Вис Айдиал 93312. При сложившемся уровне производственных затрат удой коров-рекордисток данной линии на уровне 11259 кг и жирности молока 3,72 % может обеспечить предприятию получение чистого дохода размером 3,12 тыс. руб. на 1 голову в год при окупаемости затрат 1,43 руб./руб.

Заключение. Проведенные исследования продуктивных качеств коров-рекордисток белорусской черно-пестрой породы разной линейной принадлежности в условиях ОАО «Витко-Агро» Слуцкого района позволяют сделать вывод, что для создания высокопродуктивного стада следует повышать генетический потенциал животных. Чем больше таких животных в стаде, тем быстрее и эффективнее будет вестись селекция, а значит и ее успех. Кроме этого, рекомендуется – в качестве основной линии при осеменении коров использовать семя быков производителей линии Вис Айдиала 93312. Коровы, полученные от быков этой линии, имеют высокий генетического потенциала молочной продуктивности, что находит отражение в экономических показателях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Эффективность линейного разведения коров белорусской черно-пестрой породы [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.biblio-fond.ru/view.aspx?id=867550> (дата обращения: 12.03.2024).
2. Разведение животных по линиям и семействам [Электронный ресурс]. – URL: <https://studfile.net/preview/3557963/page/5/> (дата обращения: 12.03.2024).
3. Караба В. И., Пилько В. В., Борисов В. М. Разведение сельскохозяйственных животных: учебное пособие. – Горки: БГСХА, 2008. – 368 с.
4. Влияние типа подбора на продуктивные качества коров / Д. С. Долина, Е. В. Давыдович, А. В. Мартынов и др. // Материалы Международной н.-практ. конф., посв. 90-летию биотехнол ф-та и кафедр генетики и развед. с.х ж., технол. пр-ва прод. и механ. жив-ва, кормления с.-х. жив. – Витебск: УО ВГАВМ, 2023. – С. 29–30.
5. Долина Д. С., Емельянова К. М., Кох М. Н. Эффективность использования производителей разной линейной принадлежности // Материалы Международной н.-практ. конф., посв. 90-летию биотехнол ф-та и кафедр генетики и развед. с.х ж., технол. пр-ва прод. и механ. жив-ва, кормления с.-х. жив. – Витебск: УО ВГАВМ, 2023. – С. 31–32.
6. Казаровец, Н. В., Пинчук И. А., Гавриченко Н. И. Селекция черно-пестрого скота. – Минск: УМЦ Минсельхозпрода, 2002. – 78 с.

НОРМИРОВАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В РАЦИОНАХ ЛОШАДЕЙ

А. А. ЦАРЕНОК, А. Ф. КАРПЕНКО

*Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии
Национальной академии наук Беларуси»,
г. Гомель, Республика Беларусь, 246045, e-mail: a.tsarenok@tut.by*

(Поступила в редакцию 14.03.2024)

В статье анализируется содержание цезия-137 в рационах лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) и возможности его нормирования после введения в действие нового гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия», в соответствии с требованиями которого производители сельскохозяйственной продукции обязаны получать мясо конины с удельной активности цезия-137 не выше 200 Бк/кг, вместо 500 Бк/кг.

Исследование, в период 2021–2022 годов, радиологических показателей кормления лошадей в ПГРЭЗ свидетельствует, что плотность загрязнения цезием-137 почв сенокосов, пастбищ и под зерновыми культурами составляет 15–25 Ки/км². Содержание цезия-137 в зеленой массе травостоев сенокосно-пастбищных угодий варьирует от 17,3 до 32,4 Бк/кг, в сене злаковом – от 122 до 2240 Бк/кг, зерновых кормах – от 3 до 78,2 Бк/кг, соломе – до 49 Бк/кг.

В пастбищный период содержание цезия-137 в суточном рационе может колебаться от 267 Бк у молодняка до года до 1932 Бк у жеребцов при нормативе 2850 Бк/рацион, в мышечной ткани лошадей – от 25 до 135 Бк/кг, что не превышает установленный норматив в 200 Бк/кг.

В зимне-стойловый период при удельной активности цезия-137 в рационах от 750 до 39218 Бк/сутки его содержание в мышечной ткани лошадей может находиться в пределах 53–2745 Бк/кг и накапливаться, в сравнении с летне-пастбищным периодом, до 20,3 раза более интенсивно. В этих условиях нормированное использование загрязненных кормов с переводом животных на корма с низкой концентрацией цезия-137 и соблюдением сроков содержания на «чистых» рационах может позволить получать конину с активностью цезия-137 до 200 Бк/кг.

Ключевые слова: цезий-137, нормирование, лошади, рационы, конина.

The article analyzes the content of cesium-137 in the diets of horses of the Polesie State Radiation-Ecological Reserve (PSRER) and the possibility of its regulation after the introduction of a new hygienic standard “Criteria for assessing radiation exposure”, in accordance with the requirements of which agricultural producers are required to obtain horse meat with specific activity of cesium-137 not higher than 200 Bq/kg, instead of 500 Bq/kg.

A study, in the period 2021–2022, of radiological indicators of horse feeding in the PSRER indicates that the density of cesium-137 contamination of soils in hayfields, pastures and under grain crops is 15–25 Ci/km². The content of cesium-137 in the green mass of grass stands of hay and pasture lands varies from 17.3 to 32.4 Bq/kg, in cereal hay – from 122 to 2240 Bq/kg, grain feed – from 3 to 78.2 Bq/kg, straw – up to 49 Bq/kg.

During the grazing period, the content of cesium-137 in the daily diet can vary from 267 Bq in young animals up to one year old to 1932 Bq in stallions with a standard of 2850 Bq/ration,

in the muscle tissue of horses – from 25 to 135 Bq/kg, which does not exceed the established standard of 200 Bq/kg.

During the winter-stall period, with the specific activity of cesium-137 in diets ranging from 750 to 39218 Bq/day, its content in the muscle tissue of horses can be in the range of 53–2745 Bq/kg and accumulate, in comparison with the summer-grazing period, up to 20.3 times more intensely. Under these conditions, the normalized use of contaminated feed with the transfer of animals to feed with a low concentration of cesium-137 and compliance with the terms of keeping them on “clean” diets can make it possible to obtain horse meat with a cesium-137 activity of up to 200 Bq/kg.

Key words: cesium-137, rationing, horses, rations, horse meat.

Введение. На территории Гомельщины самое крупное поголовье лошадей содержится в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике (ПГРЭЗ). Оно состоит из лошадей разного половозрастного состава, численность которого составляет около 7 % от областного показателя [1]. Лошадей разводят для реализации сельскохозяйственным организациям, фермерам и на мясо. Опыт ликвидации радиационных аварий свидетельствует, что после загрязнения радионуклидами окружающей среды из всех возникших проблем приоритетным является обеспечение населения чистыми пищевыми продуктами. Связано это с возможностью большого внутреннего облучения населения из-за риска поступления радионуклидов с местными продуктами питания [2, 3].

Для защиты населения от радиационного воздействия в Беларуси принят целый ряд нормативно-правовых актов, регламентирующих содержание радионуклидов в продуктах питания. Для их соблюдения на загрязненных радионуклидами территориях обязательным приёмом кормления сельскохозяйственных животных является нормирование радионуклидов в рационах и, прежде всего, цезия-137 [4].

Цель работы – провести анализ содержания цезия-137 в рационах лошадей ПГРЭЗ и возможности его нормирования.

Основная часть. Объектами исследования рационы конепоголовья, содержание цезия-137 в почве, кормах, рационах и мышечной ткани животных. Методы исследования – зоотехнический, радиометрический, аналитический, статистический и др. [5, 6, 7].

Следует отметить, что благодаря значительному в послеаварийное время, снижению уровней содержания ^{137}Cs и ^{90}Sr в основных продуктах питания их допустимые уровни с 1986 по 1999 гг. изменялись в 6 раз [2]. В настоящее время для перерабатывающих предприятий-экспортёров Беларуси в страны Таможенного союза ЕАЭС актуально соответствие мяса требованиям как Технического регламента данного объединения (ТР ТС 021/2011), так и гигиенического норматива (ГН) «Критерии

оценки радиационного воздействия», утвержденного Постановлением Сов. Мин. Респ. Беларусь № 829 от 29 ноября 2022 года, который обеспечивает годовую дозу внутреннего облучения населения на уровне не более 1,0 мЗв [4].

В соответствии с требованиями ГН производители сельскохозяйственной продукции обязаны получать мясо конины с удельной активности цезия-137 не выше 200 Бк/кг, вместо 500 Бк/кг в соответствии с республиканскими допустимыми уровнями (РДУ-99) [3, 8]. А это требует снижения активности рационов на заключительной стадии откорма до 2,5 раз, в сравнении с существовавшими до этого рекомендациями.

Для получения сельскохозяйственной продукции в соответствии с требованиями РДУ-99 в Беларуси были утверждены РДУ содержания радионуклидов в кормах, которые являются действующими на загрязненной территории и в настоящее время. Республиканские допустимые уровни содержания ^{137}Cs в кормах для получения мяса на заключительной стадии откорма установлены для сена 1300, соломы 700, сенажа 500, силоса 240, корнеплодов 300, зерна 480 и зелёной массы 240 Бк/кг [8].

Прогнозирование оптимальной продолжительности выращивания лошадей на территориях радиоактивного загрязнения базируется на изучении параметров перехода ^{137}Cs из корма в организм животных, которые определяют уровень загрязнения конечной продукции. Данные параметры могут варьировать в зависимости от плотности загрязнения территории, структуры рационов и технологий содержания животных. Накопление радионуклидов различными тканями и органами тела животных происходит по-разному. Научными исследованиями установлено, что при хроническом поступлении цезия-137 из рациона в 1 кг мышечной ткани лошадей переходит в среднем около 7 % [9].

На этом основании при нормировании цезия-137 в соответствии с требованиями РДУ-99 предельным его содержанием в рационе было 7140 Бк ($500 \times 100/7$). При переходе на новый норматив данное количество должно быть снижено до 2850 Бк/рацион. При нормативе содержания цезия-137 в зеленой массе для заключительного откорма на мясо 240 Бк/кг максимальное потребление её животными для получения мяса по РДУ-99 не должно превышать 30 кг ($7140/240$), по ГН-22 – 12 кг ($2850/240$).

В заповеднике поголовье территориально размещено на Брагинском, Наровлянском и Хойникском участках. На Брагинском участке содержатся молодые 1–2-летние кобылы, на Наровлянском участке – молодые жеребчики такого же возраста. На ферме «Воротец» содержится

основное маточное поголовье.

В летне-пастбищный период основным кормом лошадей является зеленая трава естественных и посевных пастбищ и сенокосов экспериментально-хозяйственной зоны (ЭХЗ) ПГРЭЗ. Плотность загрязнения цезием-137 почв сенокосов и пастбищ и полей зерновых культур составляет 15–25 Ки/км² (555–925 кБк/м²).

Исследования кормов в 2021 и 2022 годах показали, что удельное содержание цезия-137 в сене колебалось от 144,2 до 1126, овсе – от 6,0 до 75,2, ячмене – от 3,0 до 52,3, тритикале – от 6,0 до 49,1, соломе ячменной – от 12,0 до 49,0 и зеленой массе травостоев сенокосов и пастбищ – от 17,3 до 32,4 Бк/кг (табл. 1).

Таблица 1. Удельная активность ¹³⁷Cs в кормах на конеферме «Воротец», Бк/кг

Корма	Годы	Минимум	Максимум	В среднем
Сено злаковое	2021	144,2	1126,0	635,1
	2022	122,0	2240,0	969,0
Овес	2021	7,0	75,2	41,1
	2022	6,0	9,0	7,5
Ячмень	2021	3,0	52,3	27,7
	2022	8,0	16,0	12,0
Тритикале Солома ячменная	2021	6,0	49,1	27,6
	2022	12,0	49,0	30,5
Зеленая масса	2021	17,3	32,4	24,9
	2022	18,0	23,0	20,5

Такие показатели удельного содержания радионуклида свидетельствуют о том, что зерновые корма пригодны для скармливания лошадям без ограничений.

Урожайность зерновых культур, возделываемых на полях ЭХЗ ПГРЭЗ в 2021 году, в среднем составила 19,6 ц/га, в том числе ячменя – 16,4 ц/га, овса – 22 ц/га, тритикале – 21 ц/га.

В летне-пастбищный период лошади выпасаются на культурных пастбищах с применением загонной системы выпаса. В это время структура рациона лошадей преимущественно состоит из зеленой массы и концентратов. Основными кормами рациона лошадей зимне-стойлового периода являются сено злаковое, солома ячменная, овес, ячменная дерть и тритикале. В качестве минеральной подкормки лошадей используется соль поваренная.

На основании установленных содержания цезия-137 в кормах и потребления кормов конепоголовьем в пастбищный период 2021–

2022 годов, в суточном рационе его могло колебаться от 267 Бк у молодняка до года до 1932 Бк у жеребцов при нормативе 2850 Бк/рацион (табл. 2).

Из показателей содержания ^{137}Cs в мышечной ткани лошадей следует, что в пастбищный период оно варьирует от 25 до 135 Бк/кг и не превышает установленный норматив в 200 Бк/кг.

Таблица 2. Показатели содержания цезия-137 в рационах и мышечной ткани лошадей в пастбищный период

Группа	Годы	Трава пастбищная			Овес			Бк/рацион		Бк/кг в мясе	
		кг	мин., Бк/сутки	макс., Бк/сутки	кг	мин., Бк/сутки	макс., Бк/сутки	мин.	макс.	мин.	макс.
Жеребцы	2021	55	952	1782	2	14	150	966	1992	68	135
	2022		990	1265		12	18	1002	1283	70	90
Кобылы	2021	50	865	1620	2	14	150	909	1770	54	124
	2022		900	1150		12	18	918	1168	64	82
Молодняк до 1 года	2021	15	260	486	1	7	75	267	561	19	39
	2022		270	345		6	9	276	354	19	25
1–2 года	2021	30	519	972	1,5	11	113	530	1065	37	76
	2022		540	690		9	14	549	704	38	49
2–3 года	2021	40	692	1296	2	14	150	706	1446	49	101
	2022		720	920		12	18	732	938	61	66

Фактический рацион лошадей, используемый в период зимнего содержания, представлен в табл. 3. Из показателей таблицы следует, что при удельной активности цезия-137 в рационах от 750 до 39218 Бк/сутки его содержание в мышечной ткани лошадей может находиться в пределах 53–2745 Бк/кг.

Из этого следует, что в зимне-стойловый период в 1 кг мышечной ткани лошадей цезия-137 накапливается в 2,1–20,3 раза более интенсивно, чем в летне-пастбищный период.

Таблица 3. Показатели содержания цезия-137 в рационах и мышечной ткани лошадей в зимне-стойловый период

2-3 года	1-2 года		Молодняк до 1 года	Кобылы		Жеребцы		Группа																							
	2022	2021		2022	2021	2022	2021																								
	Годы	Годы		Годы	Годы	Годы	Годы																								
1769	2088	1586	1872	732	864	2135	2520	2013	2376	16,5	17,5	6,0	Сено злаковое			кг	кг	Овес			мин., Бк/сутки	макс., Бк/сутки	Бк/ра- цион	мин.	макс.	Бк/кг в мясе					
32480	16327	29120	14638	13440	6756	39200	1970536960	18579																							
2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2			
12	14	12	14	12	14	12	14	12	14	28	24	36	300	2404	18879	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321		
18	150	18	150	18	150	18	150	18	150	36	300	2404	18879	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321		
1781	2102	1598	1886	750	878	2147	2534	2049	2404	18879	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	
32498	16477	29138	14788	13458	6906	392181	985536996	18879	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	
125	147	112	132	53	61	150	177	143	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	
2275	1153	2039	1035	942	483	2745	1390	2590	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321	168	1321

При наличии кормов со значительными различиями в уровнях содержания ^{137}Cs производство товарной конины, отвечающей нормативным требованиям, должно состоять из 2 этапов: на первом этапе используются корма с высоким уровнем загрязнения, а на втором (заключительном) – корма, позволяющие снизить удельную активность мышечной массы до требуемых нормативных значений. Например, до реализации молодняка в возрасте 2–3 года на заключительном этапе содержание цезия-137 в сене не должно превышать 190 Бк/кг, овсе – 41 Бк/кг, а в рационе 2837 Бк ($190 \times 14,5 + 41 \times 2$).

Заключение. Исследование, в период 2021–2022 годов, радиологических показателей кормления лошадей в Полесском государственном радиационно-экологическом заповеднике свидетельствует, что плотность загрязнения цезием-137 почв сенокосов, пастбищ и под зерновыми культурами составляет 15–25 Ки/км² (555–925 кБк/м²).

Содержание цезия-137 в зеленой массе травостоев сенокосно-пастбищных угодий варьирует от 17,3 до 32,4 Бк/кг, в сене злаковом – от 122 до 2240 Бк/кг, зерновых кормах – от 3 до 78,2 Бк/кг, соломе – до 49 Бк/кг.

В пастбищный период содержание цезия-137 в суточном рационе может колебаться от 267 Бк у молодняка до года до 1932 Бк у жеребцов при нормативе 2850 Бк/рацион, в мышечной ткани лошадей – от 25 до 135 Бк/кг, что не превышает установленный норматив в 200 Бк/кг.

В зимне-стойловый период при удельной активности цезия-137 в рационах от 750 до 39218 Бк/сутки его содержание в мышечной ткани лошадей может находиться в пределах 53–2745 Бк/кг и накапливаться, в сравнении с летне-пастбищным периодом, до 20,3 раза более интенсивно. В зимне-стойловый период только грамотное использование загрязненных радионуклидами кормовых ресурсов со своевременным переводом животных на корма с низкой концентрацией цезия-137 и соблюдением сроков содержания на «чистых» рационах позволит получать экономически выгодную мясную продукцию, соответствующую нормативным требованиям по содержанию цезия-137 до 200 Бк/кг.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сельское хозяйство Республики Беларусь. Статистический сборник / Национальный статистический комитет Республики Беларусь, 2021. – С. 115–149. – URL: <http://www.belstat.gov.by>. (дата обращения: 14.01.2024).
2. История преодоления последствий Чернобыльской катастрофы / Департамент по ликвидации последствий на Чернобыльской АЭС МЧС Республики Беларусь. – Минск, 2020. – 319 с.
3. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения земель Республики Беларусь на 2012–2016 годы / Департамент по ликвидации последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС, РНИУП «Институт радиологии» // Н. Н. Цыбулько и др. – Минск, 2012. – 124 с.
4. Государственные гигиенические нормативы. Допустимые уровни содержания радионуклидов ^{137}Cs и ^{90}Sr в продуктах питания и питьевой воде: утв. Министерством охраны здоровья. Зарегистрирован в Министерстве юстиции Украины 17 июня 2006 г. № 845/12719 [Электронный ресурс]. – URL: http://online.budstandart.com/ru/catalog/doc-page?id_doc=48352 (дата обращения: 14.01.2024).
5. Кормовые нормы и состав кормов: справ. пособие / А. П. Шпаков, В. К. Назаров, И. Л. Певзнер и др. – Минск: Ураджай, 1991. – 384 с.
6. Дубежинский Е. В., Почкина С. Н. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Коневодство». – Горки, 2011. – 201 с.
7. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика. – Минск: Высшая школа, 1973. – 318 с.
8. Рекомендации по ведению сельскохозяйственного производства на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь на 2021–2025 годы / Н. Н. Цыбулько и др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2021. – 144 с.
9. Сельскохозяйственная радиэкология / Р. М. Алексахин, А. В. Васильев, В. Г. Дикарев и др. – М.: Экология, 1992. – 400 с.

ГИСТОСТРУКТУРА ПЛАЦЕНТЫ КОРОВ ПРИ ОСЛОЖНЕНИИ ОТЕЛА РОДИЛЬНЫМ ПАРЕЗОМ

В. С. АВДЕЕНКО, С. Ю. БЫКОВА, С. Ю. КИЛЯОГЛО

*Кафедра «Генетических и репродуктивных биотехнологий» Санкт-Петербургский
государственный университет ветеринарной медицины;*

г. Санкт-Петербург, Россия, 196084

*«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-26-00284,
<https://rsct.ru/project/23-25-00284/>»*

(Поступила в редакцию 14.03.2024)

В статье анализируется воздействие родильного пареза на гистологическую структуру плаценты у коров. Цель исследования заключается в выявлении гистологических изменений в плаценте в случаях, когда роды осложнены родильным парезом. Для исследования использовались образцы плаценты, полученные от 10 коров, претерпевших нормальные роды и роды с родильным парезом. Образцы карункулов и котиледонов фиксировались в нейтральном 10 % забуферном формалине, имеющем толщину не менее 5 мм и общую площадь до 3 см². Затем проводился ряд срезов от аллантохориона до эндометрия на микротоме плацентомы. Исследование изменений в структуре плаценты у коров с родильным парезом выявило уменьшение массы плодных оболочек, сокращение площади котиледонов, гиперплазию крипт карункулов и редукцию количества ворсин хориона котиледона, содержащих железисто-подобные структуры. Обнаружено, что площадь котиледона у животных с родильным парезом составляла 7930,3 мм², в то время как у здоровых животных она достигала 10600,9 мм², а средняя площадь карункулов у животных с родильным парезом была 6893,3 мм², по сравнению с 9346,9 мм² у животных без осложнений при родах. Среднее число капилляров терминальных ворсин плаценты возрастает в 1,75 раза у животных с родильным парезом. Уровень глюкозамингликанов снижается в 3,5 раза, а также наблюдается вакуольная дистрофия ворсин хориона и преждевременная деградация внеклеточного матрикса. Эти результаты указывают на наличие плацентарной недостаточности, которая негативно влияет на внутриутробное развитие плода. Полученные данные могут способствовать более глубокому пониманию механизмов развития родильного пареза и предоставить возможности для дальнейших исследований в области профилактики и лечения данного состояния у животных.

Ключевые слова: *родильный парез, корова, изменения, котиледоны, карункулы, глюкозамингликаны.*

The article analyzes the impact of maternity paresis on the histological structure of the placenta in cows. The purpose of the study is to identify histological changes in the placenta in cases where birth is complicated by maternity paresis. The study used placenta samples obtained from 10 cows that had undergone normal labor and labor with labor paresis. Samples of caruncles and cotyledons were fixed in neutral 10 % buffered formalin, having a thickness of at least 5 mm and a total area of up to 3 cm². Then a series of sections were made from the allantochorion to the endometrium on a placentome microtome. A study of changes in the structure of the placenta in cows with maternity paresis revealed a decrease in the mass of the fetal membranes, a reduction in the area of the cotyledon, hyperplasia of the caruncle crypts and a reduction in the number of cotyledon chorionic villi containing glandular-like structures. It was found that the area

of the cotyledon in animals with maternity paresis was 7930.3 mm², while in healthy animals it reached 10600.9 mm², and the average area of the caruncles in animals with maternity paresis was 6893.3 mm², compared with 9346.9 mm² in animals without complications during birth. The average number of capillaries in the terminal villi of the placenta increases 1.75 times in animals with maternity paresis. The level of glycosaminoglycans decreases by 3.5 times, and vacuolar degeneration of chorionic villi and premature degradation of the extracellular matrix are also observed. These results indicate the presence of placental insufficiency, which negatively affects the intrauterine development of the fetus. The data obtained may contribute to a deeper understanding of the mechanisms of development of puerperal paresis and provide opportunities for further research in the field of prevention and treatment of this condition in animals.

Key words: maternity paresis, cow, changes, cotyledons, caruncles, glycosaminoglycans.

Введение. В современном скотоводстве важно обеспечить здоровье репродуктивного стада и производство безопасной животноводческой продукции, учитывая различные эпизоотические, эпидемиологические и экономические аспекты. С развитием современных технологий, направленных на повышение молочной продуктивности, становится все более заметным применение геномной селекции и рост генетического прогресса. Однако в использовании роботизированных систем доения на передовых молочных фермах возникает проблема увеличения числа репродуктивных нарушений, что может привести к повышенному бесплодию у коров и значительным финансовым убыткам. Поэтому ветеринарный персонал активно работает над обеспечением здоровья лактирующих животных и производством безопасного молока. Патологию родов, связанную с родильным парезом, обычно обнаруживают практически сразу после рождения плода. На современных молочных фермах первые клинические признаки проявляются в виде гиперчувствительности и тревожной возбудимости. Животные проявляют нервозность, дергают ушами, покачивают головой, переступают задними ногами и издают звуки. Возможны легкая атаксия, мелкая дрожь в боках и конечностях.

На второй стадии родильного пареза коровы не способны стоять и лежат на груди. Они проявляют признаки вялости, сухости кожных покровов носа, субнормальной температуры тела и холодных конечностей. Мышечный паралич приводит к замедлению перистальтики желудочно-кишечного тракта, невозможности дефекации и потере тонуса анального сфинктера. Коровы также не могут мочиться. Часто они вытягивают шею, что приводит к видимому S-образному изгибу из-за асимметрии шейной мускулатуры. На третьей стадии родового пареза животные постепенно теряют сознание, переходя в коматозное состояние. Они не могут сохранять положение, лежа на груди, и переходят на бок. Мышечный тонус значительно снижен или полностью отсутствует. Животные могут не реагировать на раздражители, а живот

может наполняться газами и раздуваться из-за нарушения перистальтики желудочно-кишечного тракта.

На современных молочных фермах, где применяются роботизированные системы доения «Полиэфир 2×14», исследования обнаружили нарушения в репродуктивной функции коров, что может привести к продолжительному бесплодию и значительным финансовым расходам [2, с. 98–102]. Некоторые исследования [5, с. 117–121] и [4, с. 65–69] также указывают на то, что взаимодействие между матерью и плодом рассматривается как саморегулирующаяся система, цель которой – обеспечение нормального развития плода, рождение здорового и жизнеспособного потомства, а также реализация генетической программы. Для выполнения этой функции некоторые исследователи считают [9, с. 24], что необходимы определенные условия, создаваемые организмом матери. Тем не менее многие ученые [3, с. 49] отмечают, что вопросы взаимосвязи между патологией родов и перинатальными заболеваниями все еще недостаточно изучены, и существующие методы прогнозирования и лечения часто оказываются неэффективными.

В последние годы в научных публикациях [9, с. 27] и [1, с. 409] были отмечены морфофизиологические особенности, которые контролируют функционирование плаценты. Эти особенности могут способствовать осложнениям во время родов и увеличить риск инфекционных осложнений. Послеродовой парез, также известный как *Soma puerperalis* или родильный парез, представляет собой острое незаразное заболевание, которое характеризуется параличами конечностей, языка, спазмами гортани, расстройствами пищеварения, коматозным состоянием и снижением рефлексов. Морфологические и физиологические особенности обмена веществ у высокопродуктивного дойного стада могут спровоцировать плацентарную недостаточность, родильный парез, задержку последа и другие репродуктивные патологии [6, 7].

Цель – выявить изменения в морфологии плаценты у коров, которые возникают в результате осложнений при родах, вызванных родильным парезом.

Основная часть. На кафедрах «Генетических и репродуктивных биотехнологий» и «Биологии, экологии и гистологии» ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины» проводились лабораторные исследования. Исследовательский материал включал в себя плаценты 8 коров голштинской породы, подвергшихся как нормальным, так и осложненным родам, включая случаи родильного пареза. Для анализа изучались карункулы и котиледоны плаценты, взятые по 15 образцов от каждой плаценты. Препараты для гистологического исследования были подготовлены с использованием

стандартных методов, а также специализированных методов окрашивания, включая гематоксилин и эозин, а также иммуногистохимические методы. Для статистической обработки данных применялись программные пакеты STATISTICA (StatSoft Inc., США, версия 7.0) и Microsoft Excel 2000 SPSS 10.0.5 for Windows.

Исследованиями установили, что площадь котиледона у животных, с родильным парезом равнялась 7930,3 мм², у здоровых же 10600,9 мм², а средняя площадь карункулов 6893,3 мм², в то время как у животных без осложнения родов составила 9346,9 мм².

Таблица 1. Структура карункулов и котиледонов плаценты коров при осложнении родов родильным парезом, (M±m)

Показатели	Физиологические роды	Осложненные родильным парезом
Площадь котиледона, мм ²	10600,9±104,3	7930,3±115,7, $p \geq 0,01$
Площадь карункула, мм ²	9346,9±44,6	6893,3±65,7, $p \geq 0,01$
Высота эпителия крипт карункулов, мкм	9,54±0,15	6,35±0,24, $p \geq 0,05$
Относительная величина площади ворсин котиледонов, мкм ²	40,41±0,54	32,05±0,06, $p \geq 0,01$
Относительная величина площади соединительной ткани крипт карункулов, мкм ²	39,31±0,81	47,23±0,72, $p \geq 0,01$
Высота эпителия ворсин котиледонов, мкм	21,17±0,73	15,43±0,69, $p \geq 0,01$

При родильном парезе наблюдается увеличенное содержание белковых веществ и мелких капилляров в слое соединительной ткани и эпителии эндометрия материнской части плаценты на единицу площади. Капилляры занимают внутриэпителиальное положение. В ткани ворсин хориона на единицу площади котиледона у коров с этой родовой патологией отмечается коллагенизация, а также увеличение как числа, так и диаметра кровеносных сосудов в промежутках между ворсинами, согласно табл. 2.

Таблица 2. Среднее число капилляров в карункулах и котиледонах в норме и патологии (сетка Автандилова, = 0,0073 мм)

Количество	Физиологические роды	Осложненные родильным парезом
Капилляров в криптах карункулов, мм ²	0,7±0,18	3,4±0,72, $p < 0,001$
Капилляров в ворсинах хориона котиледона, мм ²	2,5±0,14	0,13±0,07, $p < 0,001$

Капилляры, расположенные внутри эпителия маточной крипты, при нормальных родах составляют 0,7±0,18 на единицу площади, в то время как при родильном парезе их количество увеличивается до 3,7±0,73, что

превышает более чем в 13 раз. Образуются участки, где кровь плода отделяется от крови матери только эндотелием и узкой полоской хориального симпласта, лишенного ядер. Среднее количество капилляров в терминальных ворсинах плаценты увеличивается в 1,75 раза у животных с родильным парезом. В образцах гистопрепаратов от коров с родильным парезом выявлены септы, которые разделяются дихотомически и отходят от боковых поверхностей, образуя вторичные ответвления. Эти ответвления разделяют массу эпителиальных элементов хориона на отдельные крипты. Базальная мембрана эпителия крипт на единицу площади карункула размыта, а определение ее нечетко, обнаруживая эозинофильные шаровидные скопления гомогенного материала. Строма карункулов имеет выраженную волокнистую структуру и ярко синее окрашивание. В соединительной ткани обнаруживается нежное окрашивание в криптах, прикасающихся с ворсинками хориона котиледонов плодной части плаценты. В маточных септах, разделяющих эпителиальные массы хориона, присутствуют только небольшие количества ретикулиновых волокон на фоне обильного заполнения коллагеном. Ретикулиновые компоненты прослеживаются по ходу септ в светлых зонах интерстиция, а также непрерывно вблизи базальной мембраны эпителия крипт карункулов, где они тонкие, умеренно аргирофильные и анастомозирующие, рис. 1.

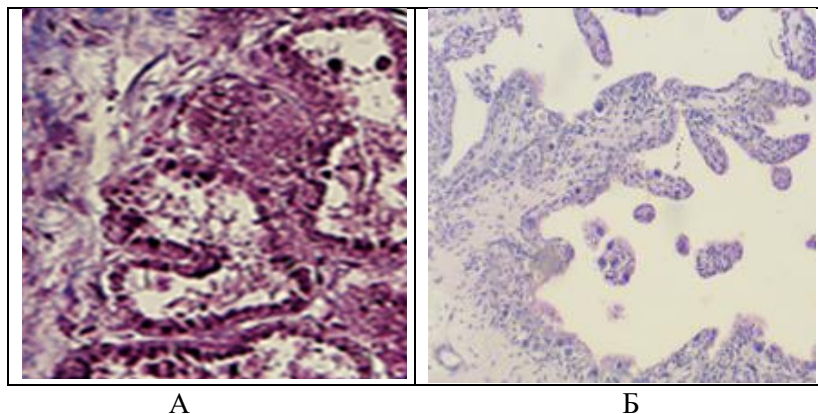


Рис. 1. Строение плацентомы: А – срез карункула и котиледона и Б – котиледона коровы при родильном парезе.

ШИК-позитивные компоненты в строме маточных септ, а также в цитоплазме клеток Кашенко-Гофбауэра Редукция ворсин хориона в материнской части плаценты.

(1 – Расплавление коллагеновых волокон фрагмента крупной маточной септы;

2 – Аморфная структура межучного вещества, представленного нейтральными мукополисахаридами, ШИК-реакция по Мак-Манусу. Трихромная окраска по Masson).

Общее увеличение x 200

Наблюдается нарушение ретикулиновых волокон вокруг крипт, сопровождающееся значительными изменениями в структуре и аргирофильности оболочек сосудов. Особенно отмечается увеличение проникновения вещества в среднюю оболочку артерий и вен мышечного типа. На площади материнской части плаценты заметно наличие большого количества белковых веществ и мелких капилляров в слое соединительной ткани и эпителии эндометрия. Капилляры располагаются внутри эпителия. В ткани ворсин хориона котиледона отмечается процесс коллагенизации, а также увеличение числа и диаметра кровеносных сосудов в межворсинчатом пространстве.

Проведение исследования плаценты позволило выявить обширные области дистрофических изменений в хориальном эпителии терминальных ворсин, которые ограничены криптами карункулов. В этих криптах наблюдаются включения ШИК в цитоплазме клеток Кащенко-Гофбауэра. На гистологических препаратах четко видны структуры с положительной реакцией на ШИК в строме маточных крипт, которые разделены терминальными ворсинами хориона, рис. 2.

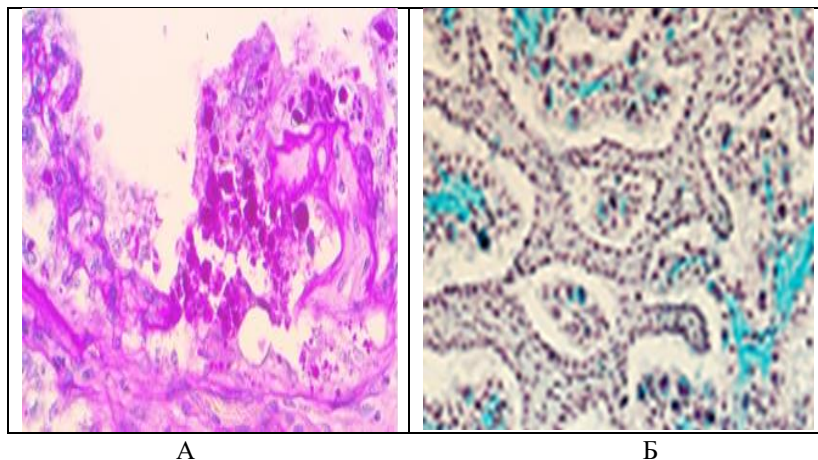


Рис. 2. Строение плацентомы: А – котиледона и Б – срез карункула и котиледона коровы при осложненных родах родильным парезом. Гиперплазия эпителиальной выстилки маточных крипт. Присутствие кислых ГАГ в строме створчатых, промежуточных и терминальных ворсин, а также в цитоплазме макрофагподобных клеток. (1 – набухание коллагеновых волокон крупной маточной септы; 2 – дезорганизация кислых мукополисахаридов в центральной части створчатой ворсины. ШИК-реакция по Мак-Манусу. Окраска Альциановым синим по Сиддху). Общее увеличение $\times 200$

В больших маточных перегородках наблюдается увеличение объема коллагеновых волокон. В верхних частях цитоплазмы эпителиальных клеток крипт карункулов в строме эндометриальных желез встречается гораздо меньше мелких голубых гранул, чем в других участках, а в соединительной ткани эндометрия отсутствуют вещества, реагирующие на Хейл.

На гистологических срезах замечается увеличение и дезорганизация кислых мукополисахаридов в центральной области стволовой ворсины, что было обнаружено через ШИК-реакцию по Мак-Манусу. Присутствует явно выраженная вакуольная дистрофия ворсин хориона, расположенных в зоне плаценты, с фокальным колликвационным некрозом клеток.

Заключение. Исследования плаценты коров с осложнениями родов, такими как родильный парез, выявили значительные морфологические изменения. В частности, наблюдаются дистрофические изменения в хориональном эпителии и маточных криптах, увеличение количества капилляров и набухание коллагеновых волокон. Гистологические анализы показали дезорганизацию кислых мукополисахаридов и вакуольную дистрофию ворсин хориона. Эти результаты свидетельствуют о серьезных патологических процессах, происходящих в плаценте при родильном парезе у коров, что указывает на плацентарную недостаточность в процессе внутриутробного развития. Понимание этих изменений имеет важное значение для разработки методов профилактики и лечения данного состояния у животных, а также для поддержания здоровья репродуктивного стада и обеспечения производства безопасной животноводческой продукции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеенко В. С., Макавич С. А., Сафронов Д. И., Моисеева К. А. Лабораторные методы для определения маркера пролиферативной активности Ki-67 в плаценте коров при осложнении беременности и патологических родах // *Международный вестник ветеринарии*, выпуск 4, 2023. – С. 403–413.
2. Климчук Е. А. Заболеваемость коров маститами при использовании различных доильных установок // В сборнике: *Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XXVI Международной студенческой научной конференции* / редкол.: А. И. Портной (гл. ред.) [и др.]. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 98–102.
3. Кочарян О. К., Приходько С. А., Авдеенко В. С., Лошинин С. О., Высокородная Ю. И. Локализация эпителиальных и мезенхимальных элементов в плацентарных структурах коров в норме и при развитии состояния эклампсии // *Ученые записки Витебской ордена Знак почета государственной академии ветеринарной медицины*. 2022 г., том 58, выпуск 4. – С. 47–52.
4. Медведев Г. Ф. Свойство близости и распознавания состояния репродукции у коров // В сборнике: *Проблемы репродуктивного здоровья животных и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию*

кафедры акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных и 45-летию ветеринарной и научно-практической деятельности профессора Р. Г. Кузьмича. Витебск, 2022. – С. 65–69.

5. Приходько С. А., Родин П. В., Авдеенко В. С., Племяшов К. В. Мормфогенез плаценты у крупного рогатого скота при эклампсии. // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. 2020, №1, С. 117–121.

6. Gomes M. T., Palasiewicz K., Gadiyar V., Lahey K., Calianese D., Birge R. B., et. al. Phosphatidylserine externalization by apoptotic cells is dispensable for specific recognition leading to innate apoptotic immune responses. *J. Biol Chem* (2022) 298 (7):102034. doi: 10.1016/j.jbc.2022.102034.

7. Kocharyan V. D. Development, substantiation of the diagnosis and therapy of eclampsia syndrome in dry cows / V. D. Kocharyan, S. A. Prikhodko, V. S. Avdeenko, S. N. Tresnitsky // *IZVESTIYA Nizhnevolzhsky agrouniversitetskogo complex: science and higher professional education Issue № 2* (50), 2018. – С. 212–220.

8. Li H, Dai H, Li J. Immunomodulatory properties of mesenchymal stromal/stemcells: The link with metabolism. *J Adv Res* (2023) 45:15–29. doi: 10.1016/j.jare.2022.05.012.

9. Tavares Farias S.F.S., Barbosa H.T.S., Xavier Júnior F.A.F., Monteiro Evangelista J.S.A., Machado da Silva L.D. / Macro and microscopic characteristics of the placenta and its relationship with the weight and the Apgar score of canine neonates. // *Theriogenology*. V.202, 2023, p. 21–27.

ИНТЕНСИВНОСТЬ РОСТА РЕМОНТНЫХ ТЕЛОК, КАК ИСТОЧНИК ПОЛУЧЕНИЯ ВЫСОКОПРОДУКТИВНЫХ ЖИВОТНЫХ

**И. Б. ИЗМАЙЛОВИЧ, А. В. МАРТЫНОВ, Д. С. ДОЛИНА,
А. Я. РАЙХМАН, Г. Г. МЯСНИКОВ**

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 15.03.2024)

Данные скорости роста телок показали, что наивысший среднесуточный прирост был в возрасте от 0 до 6 месяцев, который составил 893 г, после 6-месячного возраста прирост незначительно снизился и составил 885 грамма, в 12-месячном возрасте составил 840 г, что связано с наступлением половой зрелости. Самый высокий относительный прирост в период от 0 до 6 месяцев, так как в этот период животные развиваются интенсивно и имеют высокую энергию роста.

Для реализации генетических задатков необходимо выращивать животных крупного телосложения. Внутренние органы, в том числе сердечно-сосудистая система, должны быть хорошо развиты. В синтезе молока участвует весь организм. При высоких удоях недостаточно развитые животные не выдерживают продолжительной нагрузки, снижаются воспроизводительные способности, удлиняется сервис-период, возникают разного рода заболевания.

Установлена прямая зависимость между средней живой массой при отёле и показателями эффективности производства молока. Так, в группе № 5, в которой животные с наибольшей средней живой массой, среднегодовой удой составил 10368 кг, при жирности 3,95 %. С учетом сложившегося уровня цен реализации и производственных затрат на единицу продукции это позволяет предприятию ежегодно получать доход в сумме 4494,24 руб. на 1 голову при уровне рентабельности 45,2 %.

Исследования показали, что продуктивные качества первотелок зависят от интенсивности их развития в различные периоды онтогенеза. А также существует прямая зависимость между средней живой массой при отёле и показателями эффективности производства молока.

Ключевые слова: *ремонтная телка, интенсивность роста, среднесуточный прирост, относительный прирост, живая масса, первотелка, молочная продуктивность.*

Data on the growth rate of heifers showed that the highest average daily gain was at the age of 0 to 6 months, which amounted to 893 g, after 6 months of age the gain decreased slightly and amounted to 885 grams, at 12 months of age it was 840 g, which is associated with the onset of puberty. The highest relative growth is in the period from 0 to 6 months, since during this period animals develop intensively and have high growth energy.

To realize genetic inclinations, it is necessary to raise large animals. Internal organs, including the cardiovascular system, must be well developed. The entire body is involved in the synthesis of milk. With high milk yields, insufficiently developed animals cannot withstand

prolonged stress, reproductive abilities are reduced, the service period is extended, and various types of diseases arise.

A direct relationship has been established between average live weight at calving and indicators of milk production efficiency. Thus, in group 5 with animals with the highest average live weight, the average annual milk yield was 10,368 kg, with a fat content of 3.95 %. Taking into account the current level of selling prices and production costs per unit of production, this allows the company to annually receive income in the amount of 4,494.24 rubles per 1 head with a profitability level of 45.2 %.

Research has shown that the productive qualities of first-calf heifers depend on the intensity of their development in different periods of ontogenesis. There is also a direct relationship between average live weight at calving and milk production efficiency indicators.

Key words: replacement heifer, growth rate, average daily gain, relative gain, live weight, first heifer, milk productivity.

Введение. В условиях всевозрастающей конкуренции снижение себестоимости и повышение качества молока и молочных продуктов становятся решающими факторами успешного развития отрасли молочного скотоводства. Использование высокопродуктивных животных позволяет в короткие сроки повысить уровень молочной продуктивности и рентабельность производства [5].

Важнейшей задачей племенных хозяйств активной части популяции молочного скота Республики Беларусь является создание селекционных стад с высокопродуктивным маточным поголовьем. Племенные коровы предназначены не только для производства большого количества молока высокого качества, но и, главным образом, для получения телят как источника высокоценных животных нового поколения, необходимых для воспроизводства поголовья крупного рогатого скота [11].

Разработка наиболее рациональных и экономически эффективных систем и технологии выращивания ремонтного молодняка является наиболее важной проблемой в республике. При выращивании ремонтных телок необходимо исходить из того, что в дальнейшем они станут «фабриками» по производству молока и должны быть пригодны к длительной и интенсивной эксплуатации, обладать высокой резистентностью, крепкой конституцией, хорошо развитыми органами дыхания, пищеварения, сердечно-сосудистой системой [12].

Оценка скорости роста и развития ремонтных телок является объективным показателем, который способствует характеристике биологических особенностей животных. Динамика роста и развития, возраст первого осеменения и отела зависят от большого количества генотипических и паратипических факторов. Главной целью выращивания, как правило, является живая масса и продуктивность будущих коров. При любой цели ремонтные телки должны быть подготовлены к длительной и высокопродуктивной жизни. Практикам хорошо известно, что

недостаточное развитие молодняка влечет за собой проблемы во время первого отела и низкую молочную продуктивность [2, 6, 7, 9].

Цель работы – изучить влияние интенсивности роста ремонтных телок на молочную продуктивность.

Основная часть. Исследования проводились в сельскохозяйственной организации филиала СХП «Мазоловогаз» УП «Витебскоблгаз» Витебского района, которое представлено голштинской породой молочного направления продуктивности. Объектом исследований явились первотелки данного предприятия в количестве 100 голов.

Материалом для выполнения работы явились следующие документы: зоотехническая документация по выращиванию ремонтного молодняка, племенные карточки формы 2-мол, журнал искусственного осеменения, журналы взвешивания, собственные исследования.

Интенсивность роста ремонтных телок контролировали путем индивидуальных взвешиваний животных с последующим вычислением среднесуточного прироста живой массы и относительного и абсолютного прироста.

Среднесуточный прирост живой массы за определенный период определяли по формуле:

$$\text{ССП} = \frac{m_k - m_n}{t} * 1000;$$

где ССП – среднесуточный прирост живой массы (г); m_n – начальная масса животного (кг); m_k – живая масса животного в конце периода (кг); t – продолжительность учетного периода, сут., 1000 – коэффициент перевода килограммов в граммы.

Среднесуточный прирост живой массы за определенный период не характеризует истинную скорость роста. Для этой цели вычисляли относительный прирост массы, который выражали в процентах и рассчитывали по формуле:

$$\text{ОП} = \frac{m_k - m_n}{m_n} * 100.$$

Продуктивные качества определялись по таким показателям, как удой за 305 суток лактации, массовая доля жира в молоке, выход молочного жира (ВМЖ) кг.

Для проведения исследований были сформированы 5 групп животных по 20 голов, с учетом их живой массы при первом отёле и молочной продуктивности за лактацию.

Технология содержания и кормления телок, коров выдерживалась в соответствии с регламентом «Организационно-технологические

требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа» [1].

Первичный материал статистически обработан согласно общепринятым методикам [8], с использованием пакета анализа данных Microsoft Excel – 2010.

Уровень молочной продуктивности и качество молока зависят от породы, кормления, возраста, стельности, величины и формы вымени, доения, условий содержания, использования коров и других факторов.

Важнейшим фактором молочной продуктивности коров является характер течения их онтогенеза и живая масса. Учитывая то, что живая масса животных является основным показателем их развития и определяющим фактором их продуктивности. Поэтому на первом этапе исследований была изучена интенсивность роста ремонтных тёлочек (табл. 1).

Таблица 1. Живая масса ремонтных тёлочек

№	Возраст, мес	$X \pm m_x$	CV, %	Стандарт	$\pm$ к стандарту
1	0	30 ± 2	6,66	36	- 6
2	6	$196 \pm 7,5$	3,83	174	+ 22
3	10	307 ± 13	4,23	271	+ 36
4	12	359 ± 15	4,18	320	+ 39
5	13	$386 \pm 16,5$	4,27	344	+ 42

Анализируя данные, приведённые в табл. 1. можно сделать вывод, что ремонтный молодняк выращивается достаточно интенсивно во все возрастные периоды, за исключением массы при рождении. Живая масса при рождении составляет в среднем 30 кг, что ниже стандарта для данной породы. Причиной этому может быть предположительно неудовлетворительное кормление и неблагоприятные условия содержания сухостойных коров. Приведённые в таблице данные показывают, что живая масса животных принимает показатели стандарта породы. Это указывает на то, что животные содержатся в хороших условиях и питаются хорошо сбалансированными рационами.

Важным показателем интенсивного роста и развития является среднесуточный и относительный приросты, с помощью которых можно определить скорость роста молодняка в разные периоды жизни (табл. 2).

Таблица 2. Динамика скорости роста ремонтного молодняка

№	Возраст	Среднесуточный прирост,	Относительный прирост, %
		г $X \pm m_x$	
1	0–6	893 $\pm$ 42,5	553
2	6–10	885 $\pm$ 15,0	167
3	10–12	840 $\pm$ 42,0	119
4	12–13	830 $\pm$ 41,5	108

Анализируя данные скорости роста, видно, что наивысший среднесуточный прирост был в возрасте от 0 до 6 месяцев, который составил 893 г, после 6-месячного возраста прирост незначительно снизился и составил 885 грамма, в 12-месячном возрасте составил 840 г, что связано с наступлением половой зрелости. Самый высокий относительный прирост в период от 0 до 6 месяцев, так как в этот период животные развиваются интенсивно и имеют высокую энергию роста.

На следующем этапе была изучена молочная продуктивность коров-первотёлок в зависимости от возраста отёла (табл. 3).

Таблица 3. Молочная продуктивность коров-первотёлок в зависимости от возраста отёла

№ группы (возраст отёла)	Голштинская порода		
	Удой, кг	Жир, %	ВМЖ, кг
1 (21 мес.)	9985 $\pm$ 307,2	3,93 $\pm$ 0,04	392,4
2 (22 мес.)	10126 $\pm$ 324,6	3,91 $\pm$ 0,32	395,9
3 (23 мес.)	10015 $\pm$ 315,4	3,85 $\pm$ 0,36	385,6
4 (24 мес.)	10059 $\pm$ 290,1	3,87 $\pm$ 0,09	389,3
5 (25 мес.)	10084 $\pm$ 326,9	3,89 $\pm$ 0,1	392,3

Исходя из данных табл. 3. следует, что у коров-первотёлок стада не выявлено существенных различий в молочной продуктивности, в зависимости от возраста отёла. Колебания незначительные как по удою, так и по выходу молочного жира.

Живая масса коров является породным и конституциональным признаком, характеризует степень развития животных, играет большую роль в повышении молочной продуктивности, так как в процессе синтеза молока используются не только питательные вещества корма, но и запасы тела животного. Для реализации генетических задатков необходимо выращивать животных крупного телосложения. Внутренние органы, в том числе сердечно-сосудистая система, должны быть хорошо развиты. В синтезе молока участвует весь организм. При высоких удоях недостаточно развитые животные не выдерживают продолжительной нагрузки, снижаются воспроизводительные способности, удлиняется сервис-период, возникают разного рода заболевания [4].

А. С. Всяких, С. Ф. Погодаевым, Ю. Ф. Гречко [3, 10] установлена взаимосвязь величины удоя с живой массой. Это объясняется тем, что высокопродуктивные животные имеют более массивный крепкий костяк, богатую, довольно плотную мускулатуру с хорошо развитой грудной клеткой, более развитыми внутренними органами, желудочно-кишечный тракт занимает большой объем, что увеличивает поедаемость кормосмеси с кормового стола.

Далее была изучена молочная продуктивность коров в зависимости от живой массы при первом отёле (табл. 4).

Таблица 4. Молочная продуктивность коров в зависимости от живой массы при первом отёле

группы	показатели	Голштинская порода
1	Ср. живая масса, кг	565
	Удой, кг	9869
	Жир, %	3,91
	ВМЖ, кг	385,8
2	Ср. живая масса, кг	576
	Удой, кг	9915
	Жир, %	3,92
	ВМЖ, кг	388,7
3	Ср. живая масса, кг	583
	Удой, кг	9986
	Жир, %	3,91
	ВМЖ, кг	390,5
4	Ср. живая масса, кг	589
	Удой, кг	10084
	Жир, %	3,94
	ВМЖ, кг	397,3
5	Ср. живая масса, кг	595
	Удой, кг	10368
	Жир, %	3,95
	ВМЖ, кг	409,5

Данные табл. 4. показывают связь продуктивности коров с живой массой при первом отёле: удой – 10368 кг, % жира – 3,95, ВМЖ – 409,5 кг. Самые низкие продуктивные качества первотелок со средней живой массой при отёле 565 кг, удой – 9869 кг, % жира – 3,91, ВМЖ – 385,8 кг.

Конечными результатами годовой деятельности любого предприятия является получение прибыли. В связи с этим на последнем этапе исследований была проведена экономическая оценка результатов исследований (табл. 5).

Таблица 5. Экономическая оценка результатов исследования различных групп

Показатели	Группа				
	1	2	3	4	5
Средняя живая масса, кг	565	576	583	589	595
Среднегодовой удой, кг	9869	9915	9986	10084	10368
Жир, %	3,91	3,92	3,91	3,94	3,95
Среднегодовой удой в пересчете на базисную жирность, кг	10719	10796	10846	11036	11376
Стоимость продукции, руб.	13613,13	13710,92	13774,42	14015,72	14447,52
Производственные затраты, руб.	9474,24	9518,4	9586,56	9680,64	9953,28
Условно-чистый доход, руб.	4138,89	4192,52	4187,86	4335,08	4494,24
Уровень рентабельности, %	43,7	44,0	43,7	44,8	45,2

Экономический расчет показал, что за счет того, что в группе 5, где у животных живая масса при отёле 595 кг, наилучшие показатели продуктивности, что позволяет ежегодно предприятию получать условно-чистый доход в сумме 4494,24 руб. на голову, при уровне рентабельности 45,2 %.

Выводы. Исследования показали, что продуктивные качества первотелок зависят от интенсивности их развития в различные периоды онтогенеза. А также существует прямая зависимость между средней живой массой при отёле и показателями эффективности производства молока.

ЛИТЕРАТУРА

1. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа. Республиканский регламент / Брыло И. В. и др. – Минск: МСХиП, 2014. – 105 с.
2. Васильева О. Р. Пути реализации генетического потенциала за счёт правильного выращивания молодняка [Электронный ресурс]. – URL: <http://plinor.spb.ru/index.php?l=0&p=155> (дата обращения: 10.03.24).
3. Всяких А. С. Научно-производственная система выращивания высокопродуктивных коров // Молочное и мясное скотоводство. – 1991. – № 5. – С. 5–9.
4. Казаровец Н. В. Совершенствование черно-пестрого скота на основе принципов крупномасштабной селекции: монография. – Горки, 1998. – С. 119.
5. Костин А. П. Адаптация животных к экстремальным факторам внешней среды. – Л.: Наука, 1978.
6. Кумарин С., Первов Н. Параметры роста и развития ремонтных телок // Комбикорма. – 2016. – № 9. – С. 63–66.
7. Мартынова Е. Н., Устинова К. В. Интенсивность роста телок черно-пестрой породы и связь ее с молочной продуктивностью коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Вып. 19. – Ч. 1 / гл. ред. Н. И. Гавриченко. – Горки: УО БГСХА, 2016. – С. 307–313.

8. Меркурьева Е. К. Биометрия в селекции и генетике сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1970. – 423 с.
9. Особенности роста ремонтных телок белорусской черно-пестрой породы / Т. В. Павлова, Н. В. Казаровец, К. А. Моисеев и др. // Материалы международной научно-практической конференции / Современное состояние, перспективы развития молочного животноводства и переработки сельскохозяйственной продукции. – Омск: ЛИТЕРА, 2016. – С. 112–116.
10. Погодаев С. Ф., Гречко Ю. Ф. Удой коров различных типов голштинизированной черно-пестрой породы // Зоотехния. – 1992. – № 11. – С. 4–10.
11. Разведение высокопродуктивных коров / И. Н. Коронец и др. // Белорусское сельское хозяйство. – 2004. – № 10. – С. 29.
12. Технология получения и выращивания здоровых телят: монография / Смунев В. И. и др. – Витебск : ВГАВМ, 2017. – 219 с.

АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЙ МАТРИКСНЫХ МЕТАЛЛОПРОТЕИНАЗ В ПЛАЦЕНТЕ КОРОВ В РОДАХ, ОСЛОЖНЕННЫХ РОДИЛЬНЫМ ПАРЕЗОМ

В. С. АВДЕЕНКО, С. Ю. КИЛЯГОЛО, С. Ю. БЫКОВА

Санкт-Петербургский государственный университет ветеринарной медицины,
г. Санкт-Петербург, Россия, 196084

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда
№ 23-26-00284, <https://rscf.ru/project/23-25-00284/>»

(Поступила в редакцию 15.03.2024)

Материалом для исследований были взяты образцы плаценты, полученные от 10 коров в родах при завершении физиологически протекающих родов и осложненных родов родильным парезом. Полученные образцы карункулов и котиледонов фиксировали в нейтральном 10 % забуферном формалине толщиной не менее 5 мм с общей площадью до 3 см². На микротоме плацентомы от аллантохориона до эндометрия подвергали серии срезов. Вставка методов морфометрии и гистохимии. На стекла, обработанные поли-L-лизинном «Menzel», монтировали парафиновые срезы. Использовали антитела: Recombinant Bovine anti-MMP-3; Recombinant Anti-MMP-9 antibody; Anti-TIMP-1 Recombinant Anti-TIMP-1. Постановку иммуногистохимических реакций проводили с помощью пероксидаза-полимерной системы, согласно инструкции производителя (Lab Vision, Thermo). Влияние изменений содержания и локализации матриксных металлопротеиназ ведет к несвоевременному разрушению соединений ворсин хориона котиледонов в криптах карункулов после рождения теленка, что является ключевым звеном в механизме родильного пареза у крупного рогатого скота. Уровень металлопротеиназы типа MMP-3 фиксировался в строме дефрагментированных материнских крипт, а иммунопозитивные клетки определялись только вокруг сосудов, при активном продуцировании гиперплазированными эпителиальными клетками крипт. Снижение металлопротеиназы типа MMP-9 в плацентарных структурах коров отчетливо зафиксировано в образцах, полученных от коров с осложнением беременности и патологическими родами. Транслокация металлопротеиназ типов MMP-3 наблюдалась в пространстве между ворсинами хориона котиледона и эпителием крипт карункулов, особенно в местах, где ворсины, оказались полностью редуцированными. В фетальной части плаценты здоровых коров матриксная металлопротеиназа типа MMP-9 свободно располагалась в цитоплазме клеток синцитиотрофобластов, за исключением гигантских двуядерных клеток трофобласта. Одним из ключевых механизмов родильного пареза у крупного рогатого скота является несвоевременное разрушение соединения ворсин хориона котиледонов в криптах карункулов после рождения теленка, что регулируется содержанием и локализацией матриксных металлопротеиназ в плаценте коров.

Ключевые слова: матриксные металлопротеиназы, хорион, котиледоны, родильный парез, корова.

The material for the research was placenta samples obtained from 10 cows in labor at the end of physiological labor and labor complicated by maternity paresis. The resulting samples of caruncles and cotyledons were fixed in neutral 10 % buffered formalin with a thickness of at least 5 mm with a total area of up to 3 cm². Using a microtome, placentomes from the allanto-chorion to the endometrium were subjected to a series of sections. There was insertion of morphometric and histochemical methods. Paraffin sections were mounted on slides treated with

Menzel poly-L-lysine. Antibodies used: Recombinant Bovine anti-MMP-3; Recombinant Anti-MMP-9 antibod; Anti-TIMP-1 Recombinant Anti-TIMP-1. Immunohistochemical reactions were performed using a peroxidase-polymer system according to the manufacturer's instructions (Lab Vision, Thermo). The influence of changes in the content and localization of matrix metalloproteinases leads to untimely destruction of cotyledon chorionic villi connections in the caruncle crypts after the birth of a calf, which is a key link in the mechanism of maternity paresis in cattle. The level of metalloproteinase of type MMP-3 was recorded in the stroma of defragmented maternal crypts, and immunopositive cells were detected only around the vessels, with active production by hyperplastic epithelial cells of the crypts. A decrease in metalloproteinase of type MMP-9 in the placental structures of cows was clearly recorded in samples obtained from cows with complications of pregnancy and pathological birth. Translocation of metalloproteinases of MMP-3 types was observed in the space between the chorionic villi of the cotyledon and the epithelium of the caruncle crypts, especially in places where the villi were completely reduced. In the fetal part of the placenta of healthy cows, matrix metalloproteinase of type MMP-9 was freely located in the cytoplasm of syncytiotrophoblast cells, with the exception of giant binucleate trophoblast cells. One of the key mechanisms of maternity paresis in cattle is the untimely destruction of the cotyledon chorionic villi junction in the caruncle crypts after the birth of a calf, which is regulated by the content and localization of matrix metalloproteinases in the placenta of cows.

Key words: matrix metalloproteinases, chorion, cotyledons, maternity paresis, cow.

Введение. Наличие акушерских и гинекологических заболеваний является значимым фактором, существенно снижающим плодовитость у коров. Хотя некоторые методы, включая нагнетание воздуха в вымя, инъекции окситоцина, эстрадиола, простагландина F2 α , средства для вывода коровы из коматозного состояния, однако они не продемонстрировали своей способности предотвращать осложнения в пуэрперальном периоде. На сегодняшний день практическая ветеринария не имеет на вооружении современные диагностические тесты, прогнозирующие получение жизнеспособного приплода и частоту репродуктивной патологии у родильницы. Поэтому крайне актуальны и важны работы, посвященные изучению иммунолокализации матриксных металлопротеиназ, обладающих предиктивной способностью для создания диагностирующих тест-систем.

Большая часть нарушений плодовитости связана с осложнениями в родах, включая такие проблемы, как родильный парез [3, с. 147–150]. Основой для этого как показал в своей статье [6, с. 21–27] служит нарушение микроциркуляции в тканях плаценты, приводящие к диффузно-перфузионной недостаточности плаценты. В то же время [7, с. 234] выделяют реологический фактор, это повышение агрегации эритроцитов и тромбоцитов, изменения коагуляционных свойств крови в системе «мать-плацента-плод».

По результатам исследований S.F.S. Bonnans C., Chou J., Werb Z. сообщают, что «...вклад MMP в ремоделирование матрикса чрезвычайно сложен, так как данные эндопептидазы обладают широким набором функций» [8, с.787]. MMP – цинк-зависимые ферменты,

принадлежащих к подсемейству металлопептидаз M10A и являющихся основными эффекторами деградации внеклеточного матрикса в плаценте, модулируют активность различных биологически активных медиаторов, таких как факторы роста, цитокины и хемокины, либо прямым расщеплением, либо разрушая их связь с внеклеточным матриксом. Иммунологическое распознавание материнскими белками МНС класса I плода [4, с. 210–216] и [1, с. 403–412], которые экспрессируются клетками трофобласта, инициирует иммунный ответ, который, по мнению некоторых ученых, способствует профилактике акушерской патологии в родах [2, с. 98–102]. Также ММР участвуют в разрыве плодных оболочек, отслоении плаценты от материнской матки во время родов. Исследования [5, с. 500–518] показали, что матриксные металлопротеиназы (ММР) связаны с коллагеназой, выделяемой плацентой, что приводит к ослаблению связи и отхождению ворсинок хориона в крипте карункулов.

Цель исследования – провести анализ плаценты у коров и установить ключевое звено в механизме родильного пареза.

Основная часть. В формировании и реорганизации плаценты, а также в поддержании ее функций важную роль играет внеклеточный матрикс (ВКМ), регуляторными медиаторами которого являются матриксные металлопротеиназы (ММР). ММР – семейство энзимов, расщепляющих компоненты ВКМ и фиксированные во внеклеточном матриксе сигнальные молекулы и мембранные рецепторы. Для патоморфологического исследования образцы тканей плаценты помещали в 10 % нейтральный формалин. Время пребывания в фиксаторе составляло 4...5 суток при 4 °С. Парафиновые блоки резали на ротационном микротоме (MICROM HM340E), получали срезы толщиной 5 мкм и монтировали их на предметные стекла. Для определения ключевых гистологических маркеров, использовали антитела ММР 3 и 9, кроличьи, поликлональные, Spring Bioscience, США и их ингибиторы TIMP 1 Мышиные моноклональные [C5], Cloude-clone, США. Парафиновые срезы образцов плаценты толщиной 5 мкм, подлежащих иммуногистохимическому исследованию, монтировали на стекла, обработанные поли-L-лизинном («Menzel»). Для блокирования эндогенной пероксидазы срезы после депарафинизации инкубировали 20 минут в 3 % перекиси водорода. Срезы кипятили при 100 °С в цитратном буфере с pH=6,0 в течение 10 минут для демаскировки антител. Пероксидазу проявляли 3-3-диаминобензидином из набора протокола. На заключительном этапе реакции срезы докрашивали гематоксилином Майера.

В обработанных образцах плаценты коров, полученных от клинически здоровых животных в родах установлены в строме крипт карункулов иммунопозитивные клетки, которые фиксировались только вокруг

сосудов, в то время как гиперплазированные эпителиальные клетки крипт активно продуцировали MMP-3 (рис. 1).

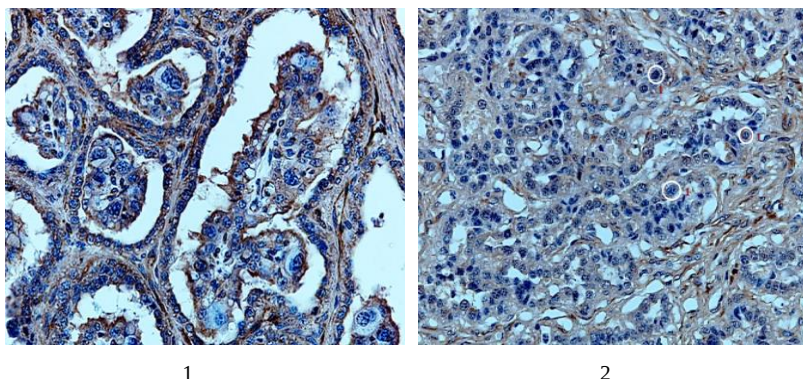


Рис. 1. Иммунолокализация: 1) – MMP-3 и 2) – MMP-9 в плаценте коровы в родах при осложнении родильным парезом. (Антитела к MMP-3. ПАП-метод. Докраска гематоксилином Майера). Общее увеличение: 200

При родильном парезе в поле зрения гистопрепаратов отмечается транслокация матриксной металлопротеиназы типа MMP-1 в полость крипт, свободное пространство которых было критически снижено, а ворсины в таких криптах оказались практически полностью редуцированными. Диффузное распределение матриксных металлопротеиназ присутствовало в цитоплазме эпителиоцитов в материнских перегородках крипт карункулов. Значительная иммунопозитивная реакция матриксных металлопротеиназ типа MMP-3 регистрировалась в гигантских двуядерных клетках, локализованных в деградируемых ворсинах хориона. Результатами изучения иммунолокализации MMP-9 установили снижение матриксной металлопротеиназы в плацентарных структурах коров с осложнением родов родильным парезом, рис. 2, особенно в материнской части плаценты. Остаточное присутствие MMP-9 наблюдали только в деградируемых септах материнской части плаценты, а также вокруг сосудов. Кроме того, слабовыраженная экспрессия MMP-9 отмечалась в цитоплазме эпителиоцитов материнской части плаценты.

Соотношение исследуемых типов металлопротеиназ в плацентарных структурах коровы при осложнении беременности и патологических родах смещалось в сторону MMP-3. В гистопрепаратах полученных от коров с осложнением родов родильным парезом идентифицируются относительно большие зоны дистрофически измененного хориального эпителия.

В плаценте коров с родильным парезом фоновый уровень MMP-3 изменялся, и подвергался перераспределению, рис. 1.

Транслокация металлопротеиназ типов MMP-3 и MMP-9 наблюдалась в пространстве между ворсинами хориона котиледона и эпителием крипт карункулов, особенно в местах, где ворсины оказались полностью редуцированными. В фетальной части плаценты здоровых коров матриксная металлопротеиназа типа MMP-9 свободно располагалась в цитоплазме клеток синцитиотрофобластов, за исключением гигантских двуядерных клеток трофобласта. Так, в строме дефрагментированных крипт карункулов иммунопозитивные клетки определялись только вокруг сосудов, в то время как гиперплазированные эпителиальные клетки крипт активно продуцировали MMP-3.

Результатами изучения иммунолокализации MMP-9 установили снижение матриксной металлопротеиназы в плацентарных структурах коров с родильным парезом, особенно в материнской части плаценты. Остаточное присутствие MMP-9 наблюдали только в деградируемых септах материнской части плаценты, а также вокруг сосудов. Кроме того, слабовыраженная экспрессия MMP-9 отмечалась в цитоплазме эпителиоцитов материнской части плаценты.

Анализ содержания тканевого ингибитора TIMP-1 в плаценте коров продемонстрировал отсутствие явно выраженных изменений в экспрессии белка в плацентарных структурах. Однако обращало на себя внимание снижение TIMP-1 в цитоплазме гигантских клеток, рис. 2.

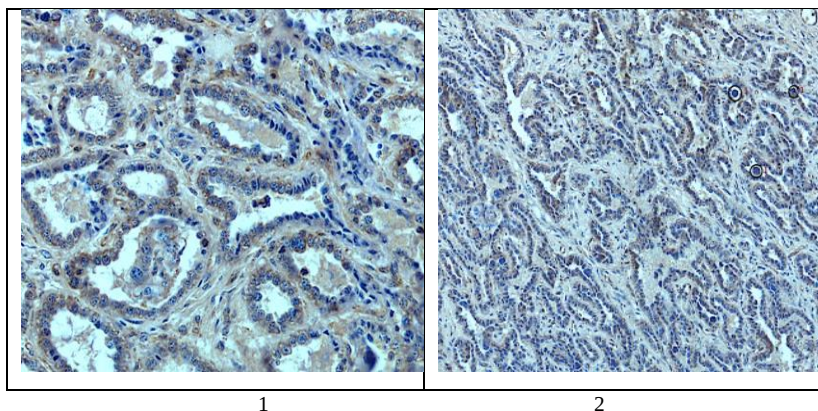


Рис. 2. Иммунолокализация: 1) – TIMP-1/MMP-3 и 2) – TIMP-1/MMP-9 в плаценте коровы в родах, осложненных родильным парезом. (Антитела к TIMP-1. ПАП-метод. Докраска гематоксилином Майера Общее увеличение: 200)

В плаценте при физиологических родах исследуемых типов металлопротеиназ: ММР-3 и 9 можно было отнести к мембран-связанным белкам, то при осложнении родов родильным парезом они имели как правило цитоплазматическую локализацию. Все это свидетельствует о недостаточной экспрессии коллагена в центральной части плаценты и о нестабильности ее структуры в этом участке. Коллаген III типа распределен в участках плаценты, полученной от коров с родильным парезом, крайне неравномерно как в парацентральных, так и в краевых зонах, где его экспрессия полностью отсутствовала.

Заключение. Распределение матриксных металлопротеиназ (ММР-3) в плацентарных тканях коров, подвергшихся осложненным родам родильным парезом, было проанализировано. Обнаружена локализация ММР-3 в строме материнских крипт и иммунопозитивная реакция на ММР-9 в мембранном пространстве синцитиотрофобластов и в цитоплазме щеточной каемки. В плаценте коров с осложнениями родов родильным парезом обнаружены иммунопозитивные клетки в строме дефрагментированных материнских крипт карункулов, расположенные вокруг сосудов. Остаточное присутствие металлопротеиназы ММР-9 наблюдалось только в деградируемых крипах материнской части плаценты, а также вокруг сосудов фетальной части плаценты. В тканях маточной части плаценты коровы при родильном парезе установлена деградация соединительно-тканного матрикса крипт карункулов, что указывает на бесструктурность межучточного вещества маточных крипт карункулов. Транслокация металлопротеиназ типов ММР-3 и ММР-9 наблюдалась в пространстве между ворсинками хориона котиледона и эпителием крипт карункулов, особенно в местах, где ворсины оказались полностью редуцированными. В фетальной части плаценты здоровых коров металлопротеиназы типа ММР-9 свободно располагалась по всей площади клеток хориона в цитоплазме синцитиотрофобластов и трофобласта, за исключением гигантских двуядерных клеток. Анализ содержания тканевого ингибитора TIMP-1 и ММР-3 в этих тканях не выявил явных изменений в экспрессии белков. Наблюдалась транслокация фермента TIMP-1 и ММР-9 в полость крипт, где ворсины, остались почти нередуцированными, что указывает на плацентарную недостаточность в эмбриогенезе. Одним из ключевых механизмов родильного пареза у крупного рогатого скота является несвоевременное разрушение соединения ворсин хориона котиледонов в крипах карункулов после рождения теленка, что регулируется содержанием и локализацией матриксных металлопротеиназ в плаценте коров.

ЛИТЕРАТУРА

1. Лабораторные методы для определения маркера пролиферативной активности ki-67 в плаценте коров при осложненной беременности и патологических родах / В. С. Авдеенко, С. А. Макавичик, Д. И. Сафронов и др. // Международный вестник ветеринарии. – 2023. – № 4. – С. 403–412.
2. Кочарян, О. К., Приходько С. А., Авдеенко В. С., Лошинин С. О., Высокородная Ю. И. Локализация эпителиальных и мезенхимальных элементов в плацентарных структурах коров в норме и при развитии состояния эклампсии // Ученые записки Витебской ордена Знак почета государственной академии ветеринарной медицины. – 2022. – Т. 58, вып. 4. – С. 47–52.
3. Лустов Е. Н. Воспроизводительная способность коров при акушерских заболеваниях в ОАО «Агросервис» Бельничского района // В сборнике: Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XXVI Международной студенческой научной конференции / редкол.: А. И. Портной (гл. ред.) и др. – Горки: БГСХА, 2023. – С. 147–150.
4. Медведев Г. Ф. Свойство близости и распознавания состояния репродукции у коров // В сборнике: Проблемы репродуктивного здоровья животных и пути их решения: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 95-летию кафедры акушерства, гинекологии и биотехнологии размножения животных и 45-летию ветеринарной и научно-практической деятельности профессора Р. Г. Кузьмича. – Витебск, 2022. – С. 65–69.
5. Lean I. J., LeBlanc S.J., Sheedy D. B., Duffield T., Santos J. E. P., Golder H. M. Associations of parity with health disorders and blood metabolite concentrations in Holstein cows in different production systems. // J Dairy Sci. 2023 Jan; 106 (1):500-518. doi: 10.3168/jds.2021-21673. Epub 2022 Oct 19. PMID: 36270869.
6. Tavares Farias S.F.S., Barbosa H.T.S., Xavier Júnior F.A.F., Monteiro Evangelista J.S.A., Machado da Silva L.D. Macro and microscopic characteristics of the placenta and its relationship with the weight and the Apgar score of canine neonates. // Theriogenology. V.202, 2023, p. 21–27.
7. Родин П. В., Авдеенко В. С. Гистологические изменения в плаценте крупного рогатого скота при гестозе // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии, 2015, 2: 233–235.
8. Bonnans C. Remodelling the extracellular matrix in development and disease / C. Bonnans, J. Chou, Z. Werb // Nature Reviews Molecular Cell Biology. – 2014. – Vol. 15. – P. 786–801.

КОНТРОЛЬ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ИММУННОГО СТАТУСА НОВОРОЖДЕННЫХ ТЕЛЯТ

О. Т. ЭКХОРУТОМБЕН, Г. Ф. МЕДВЕДЕВ

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 01.04.2024)

В статье рассмотрены элементы технологии ухода за новорожденными телятами, роль и свойства молозива, отбор и определение его качества, контроль пассивного иммунитета и связь его с частотой падежа телят. Работа выполнена в крестьянском хозяйстве Шруба М. Г. Молозиво после теста на мастит и определения рефрактометром MISCO RA 202 плотности расфасовывают в пакеты Colostrum Start Bags (3 и 2,5 л) и замораживают. Скармливают порцию молозива сохраняемого, а телятам ≥ 38 кг через 4 ч еще 1–1,5 л. В 2022 г. у 10 коров в конце стельности исследована кровь, а после отела – молозиво и кровь новорожденных. Подобные исследования проведены и в ОАО «Макарово Агро» (кровь исследовали с помощью спектрофотометра ПЭ – 5300 ВИ). В обоих хозяйствах при скармливании телятам отобранного молозива обеспечивался достаточно высокий уровень протеина в их крови. Во втором опыте (2023 г.) использовано 36 стельных коров и новорожденных телят. Первая порция молозива была увеличена. Содержание протеина в крови коров различалось ($\leq 80,0$ у 20 и $\geq 81,0$ г/л у 16), но не выходило за пределы нормы. Качество молозива было выше в обеих подгруппах, чем в предыдущем году. Существенных различий в содержании протеина у телят не было. Но по сравнению с 2022 годом содержание его в крови существенно увеличилось. Сократился процент падежа. Для полного контроля формирования пассивного иммунитета начали проводить исследование крови каждого новорожденного теленка. С апреля 2022 по январь 2024 гг. исследована кровь у 3944 телят. Использование молозива плотностью ≈ 1055 и увеличение первой порции до 3 л способствовало высокому уровню протеина в крови. И хотя строгой коррелятивной связи качества молозива и уровня протеина в крови телят с риском гибели не выявлено, но годовые результаты подтверждают достоверность такой связи. Всего в 2023 г. родилось 2408 телят, пало 93 (3,86 %).

Ключевые слова: корова, новорожденный, молозиво, кровь, протеин, падеж.

The article discusses the elements of technology for caring for newborn calves, the role and properties of colostrum, selection and determination of its quality, control of passive immunity and its connection with the frequency of calves mortality. The work was carried out on the peasant farm of M.G Shrub. Colostrum, after a test for mastitis and determination of density with a MISCO RA 202 refractometer, is packaged in Colostrum Start Bags (3 and 2.5 l) and frozen. A portion of preserved colostrum is fed, and calves ≥ 38 kg after 4 hours have another 1–1.5 liters. In 2022, the blood of 10 cows was examined at the end of pregnancy, and after calving, colostrum and newborn blood were examined. Similar studies were carried out at Makarovo Agro OJSC (blood was examined using a PE-5300 VI spectrophotometer). In both farms, feeding

selected colostrum to calves ensured a sufficiently high level of protein in their blood. In the second experiment (2023), 36 pregnant cows and newborn calves were used. The first portion of colostrum was increased. The protein content in the blood of cows varied (≤ 80.0 in 20 and ≥ 81.0 g/l in 16), but did not go beyond the normal range. Colostrum quality was higher in both subgroups than in the previous year. There were no significant differences in protein content among calves. But compared to 2022, its content in the blood has increased significantly. The mortality rate has decreased. To fully monitor the formation of passive immunity, they began to conduct a blood test of each newborn calf. From April 2022 to January 2024, the blood of 3944 calves was examined. The use of colostrum with a density of ≈ 1055 and increasing the first portion to 3 liters contributed to high levels of protein in the blood. And although a strict correlative relationship between the quality of colostrum and the level of protein in the blood of calves, and the risk of death has not been identified, the annual results confirm the reliability of such a connection. In total, 2365 calves were born in 2023, 93 died (3.93 %).

Key words: cow, newborn, colostrum, blood, protein, mortality.

Введение. Высокий уровень репродукции молочного скота и сохранение новорожденных телят имеют большое экономическое значение. Причем, сохранение теленка является не менее важным элементом репродукции, чем его рождение. Естественно, что в практике налажены надежные меры, исполнение которых позволяет сохранить жизнь теленку, несмотря на то что с момента рождения он не защищен от действия внешних факторов, в том числе и инфекции.

Путь от источника питания (плаценты) к теленку посредством пуповины прерывается в момент рождения. Разорвавшиеся пупочные артерии втягиваются в брюшную полость, а концевые части пупочных вен и мочевой проток перемещаются в брюшное кольцо. Оболочка пуповины (пупок), длиной 10–20 см, защищает освободившиеся каналы для кровеносных сосудов и всю раневую поверхность от инфекции. Подсыхает пупок в течение 3–4 дней и отпадает через 2 недели. При загрязнении пупка в месте отела и последующего содержания такая физическая защита может не сработать.

Поэтому поддержание гигиены матери и ложа для родов, а также удаление попавшей глубоко в дыхательные пути слизи (жидкости), высушивание и предупреждение переохлаждения новорожденного, наличие чистого сухого помещения без сквозняков и дезинфицирование раствором йода культи пуповины являются первостепенными обязательными мерами ухода за ним. Для высушивания теленка подходяще его облизывание матерью, обтирание чистой соломой или иной способ. Удаление жидкости полнее достигается приподниманием теленка за задние конечности на несколько секунд; одновременно можно провести и взвешивание его. Если культи пуповины не продезинфицировать, то

в организм теленка может попасть инфекция и вызвать воспаление суставов или даже сепсис.

У теленка к моменту рождения возникает слабый метаболический (низкая концентрация бикарбоната в плазме) и респираторный (высокое $p\text{CO}_2$) ацидоз. Метаболический устраняется в течение нескольких часов, а респираторный может проявляться до 48 ч [9]. Ориентировочно степень ацидоза определяют по времени вставания теленка: превышение четверти часа является крайне опасным признаком. При трудных родах развивается тяжелая форма респираторного и метаболического ацидоза. Это неблагоприятно сказывается на функции дыхания и сердечной деятельности; ослабевает рефлекс сосания, уменьшается потребление молозива и не может сформироваться нормальный пассивный иммунитет.

Высокий мышечный тонус указывает на нормальное кислотно-основное состояние. Наличие геморрагий на склере и конъюнктиве – показатель гипоксии и ацидоза. В случаях метаболического и респираторного ацидоза рекомендуется внутривенное введение 50–100 мл раствора натрия бикарбоната (35 г в 400 мл теплой воды) [9].

Нормальная дыхательная деятельность у новорожденных устанавливается, как правило, в течение 1 ч. Если это не происходит, то возникает *синдром респираторного дистресса*. Развитие синдрома может быть вследствие аспирации мекония, врожденных болезней сердца, беломышечной болезни, патологии легких или общего недоразвития. Для предупреждения синдрома рекомендуется внутримышечное введение витамина Е и селена матерям в конце беременности [10], а новорожденному внутриназальное введение кислорода с помощью специальной маски, профилактическое введение антибиотиков.

Теленок рождается стерильным. В первые минуты после рождения вся поверхность его колонизируется микроорганизмами. Кишечник заселяется бактериями *E. coli*. Количество бактерий можно снизить чистой, дезинфекцией загона (бокса, стойла) после каждого отела и обработкой пупка. Своевременное потребление молозива высокого качества снижает риск неконтролируемого размножения кишечной палочки, проявление поноса и септицемии на 2–3-й день после рождения.

Тип плацентарной связи у коров препятствует проникновению через кровь к плоду высокомолекулярных веществ (в т. ч. и иммуноглобулинов). Поэтому новорожденные телята при рождении не имеют иммунной защиты. Начальный иммунный статус их полностью зависит от

передачи иммунных компонентов посредством молозива. Накапливаются иммуноглобулины (антитела) в вымени в последние недели стельности. Попадая в организм теленка, антитела облепляют бактерии, способствуют поглощению их фагоцитами; вызывают ряд сложных химических реакций, в результате которых происходит разрушение бактерий; препятствуют прикреплению бактерий и вирусов к здоровым тканям; нейтрализуют токсины.

Различают три класса иммуноглобулинов. Иммуноглобулины G_1 и G_2 – уничтожают микроорганизмы в крови; такая же функция и IgM , а IgA – защищает слизистые оболочки от внедрения в кровь патогенов. В молозиве иммуноглобулин G содержится в наибольшем количестве (85–90 % от общего количества иммуноглобулинов), причем IgG_1 составляет 80–90 % IgG . Иммуноглобулин M содержится в молозиве 7 % и IgA – 5 % [1]. В молозиве взрослых коров общее количество иммуноглобулинов составляет 82,8 г/л, первотелок – 52,6 г/л [11].

В молозиве содержатся также факторы роста, которые ускоряют рост и развитие новорождённых. Уровень их соответствует уровню иммуноглобулинов. Наиболее известные из них: инсулиноподобные факторы роста 1 и 2 ($IGF-1$ и $IGF-2$), эпидермальный фактор роста и трансформирующий фактор роста a и b . По-видимому, имеется и молекулярный защитный механизм для этих факторов роста, предотвращающий их переваривание в пищеварительном тракте.

Наиболее высокая концентрация антител в молозиве сразу же после родов. Абсорбируется 20 % (6–45 %) антител в кишечнике вскоре после рождения. В течение нескольких часов (особенно после 8 ч) абсорбция быстро снижается и полностью прекращается через 24–36 ч. С этого времени в желудке выделяются ферменты, которые расщепляют иммуноглобулины, и активность молозива теряется.

Новорожденные телята способны усваивать все три класса иммуноглобулинов, но IgA частично высвобождается обратно в просвет кишечника для местной защиты слизистой оболочки [2]. Поскольку IgA и IgM имеют относительно короткий период полувыведения (3–4 дня) по сравнению с IgG (21–28 дней) [3, 4], они выполняют защитные функции у новорожденного лишь в течение короткого времени. В связи с этим качество молозива определяется концентрацией IgG , которая сильно варьируется у разных коров [5, 6]. Молозиво высокого качества обычно содержит концентрацию >50 г/л, тогда как более низкие концентрации указывают на низкое качество молозива.

Высказывается мнение, что концентрация *IgG* в сыворотке теленка должна составлять не менее 10 мг/мл (10 г/л) в период от 24 до 48 ч после рождения. При недостаточной передаче пассивного иммунитета отмечается высокая частота проявления заболеваемости и смертности телят в раннем возрасте [1, 7, 8]. Однако по данным других авторов безопасный уровень иммуноглобулинов ниже указанного: у 55 % телят, своевременно потребивших полноценное молозиво, в сыворотке крови содержалось $8,2 \pm \text{г/л}$ иммуноглобулинов, при запоздалом потреблении молозива $5,5 \pm 0,4 \text{ г/л}$, а у 20 % телят – $4,3 \pm 0,4 \text{ г/л}$ [11].

Цель работы – определить влияние используемой в племенном репродукторе по разведению крупного рогатого скота технологии ухода за новорожденными телятами на формирование у них пассивного иммунитета и снижение частоты гибели в первые недели жизни.

Основная часть. В родильном отделении хозяйства работают три животновода. Круглосуточно ведется наблюдение за всеми животными, дополнительно используется видеонаблюдение и установлен график дежурств ветеринарных специалистов. После отела животновод безотлагательно доит корову при помощи передвижной доильной установки. Учитывается, что задержка первого доения может привести к снижению содержания в молозиве иммуноглобулинов, так как образование молозива и перенос иммуноглобулинов в вымя заканчивается после родов. С увеличением интервала до первого доения усиливается лактогенез и увеличивается количество секрета в вымени [13, 14], что приводит к разбавлению молозива и снижению концентрации антител. Рекомендуются не допускать задержку доения более 9 ч [12].

Перед доением корове дается энергетический напиток для быстрого восстановления нормального состояния. Соски вымени окунают в дезинфицирующее средство. Первые струи секрета удаляют, последующие используют для Калифорнийского маститного теста. Если тест отрицательный, корову доят, а молозиво затем дополнительно проверяют на плотность и расфасовывают в пакеты для замораживания *Colostrum Start Bags* производства компании *Kerbl* в двух вариантах – 3 л и 2,5 л; при положительном маститном тесте корову доят, но молозиво утилизируется. Контроль полноценности молозива визуальный и с использованием рефрактометра MISCO PA 202. Этот рефрактометр – современный прибор с двумя шкалами для определения протеина в цельной крови и плотности молозива; он заменяет колостометр и оптический рефрактометр.

Скармливается молозиво качественное (*сохраняемое!*) 2,5–3 л через зонд не позднее 1–2 ч после рождения теленка, а телятам живой массой 38 кг или более через 4 ч дополнительно еще 1–1,5 л. Оттаивание молозива проводится на водяной бане при температуре до 40 °С. Потребление его теленком в первые часы способствует нормальному функционированию пищеварительного тракта, быстрому (в течение 6–10 ч) выделению мекония. Достижение эффективной передачи пассивного иммунитета через молозиво является одной из основных задач, используемой в хозяйстве технологии выращивания новорожденных телят и обеспечения наилучшего ее старта.

После потребления густого и кремообразного на вид молозива с содержанием не менее 6 г/100 мл общий белок сыворотки крови теленка должен составлять от 5 до 5,5 г/100 мл сыворотки. Это минимальный стандарт для создания необходимой концентрации иммуноглобулинов и эффективного установления пассивного иммунитета. Он обеспечит нормальный уровень IgG в сыворотке крови теленка [1]. Общего протеина в сыворотке крови коров содержится больше – 7,2–9,0, глобулинов – 3,5–5,8 г/100 мл. Зарубежные компании, которые занимаются выращиванием телят для реализации фермерам и для себя, проводят определение протеина в крови телят рефрактометром непосредственно на молочных фермах.

Выполнение всех технологических процессов по сбору и выпойке молозива телятам в течение часа (максимум 2 ч) является в крестьянском хозяйстве основанием для ежемесячной выплаты животноводу премиальных в размере до 30 % от заработной платы.

В мае 2022 г. в хозяйстве у 10 коров в конце стельности было проведено исследование крови, а после отела – исследование молозива и крови новорожденных. Содержание протеина в крови определяли с помощью рефрактометра, плотность молозива – ариометром. В период запуска все коровы были иммунизированы против ряда бактериальных и вирусных инфекций.

В это же время подобные исследования крови и молозива коров и новорожденных (по 9 голов) проводились и в другом хозяйстве – в ОАО «Макарово Агро», где налаживалась равноценная технология получения и выращивания телят. Однако здесь кровь исследовали с помощью спектрофотометра ПЭ – 5300 ВИ. Этот универсальный прибор для исследований содержания протеинов используется редко. Показания отличаются от показаний рефрактометра. Кровь коров исследовали

обычно за 10–12 дней до ожидаемого отела, а в крестьянском хозяйстве – за 2–3 дня.

Результаты этих исследований (табл. 1) показали, что при скармли-
вании телятам отобранного полноценного молозива в обоих хозяйствах
обеспечивался достаточно высокий уровень протеина в их крови на 3–
4-й день после рождения. Различия между показателями крови матери
и телят в обоих хозяйствах несущественны. Плотность молозива не-
сколько выше была у коров КХ Шруба М. Г.

Таблица 1. Содержание протеина в крови коров и новорожденных телят и ка-
чество молозива

Свойство молозива и содержа- ние протеина в крови коров и новорожденных телят	КХ Шруба М. Г. (n = 10)			ОАО «Макарово Агро» (n = 9)		
	$\bar{X} \pm m\bar{X}$	σ	Cv	$\bar{X} \pm m\bar{X}$	σ	Cv
Стельность, дней	277 $\pm$ 2	5	1,8	269 $\pm$ 3	9	3,5
Содержание протеина в крови матери, г/%	8,0 $\pm$ 0,1	0,8	3,9	16,4 $\pm$ 1,4	4,2	25,6
Плотность молозива	1052 $\pm$ 1	2,6	0,2	1049 $\pm$ 2	5,3	0,5
День исследования крови те- ленка	3,5 $\pm$ 0,3	1,0	27,7	3,3 $\pm$ 0,2	0,5	15,0
Содержание протеина в крови телят, г/%	7,8 $\pm$ 0,1	0,4	4,8	15,9 $\pm$ 0,9	2,8	17,9

Примечание: День рождения – 1-й день.

В этом хозяйстве число отелов ежегодно увеличивалось и в 2023 г.
составило 2204. Процент падежа по сравнению с 2021 г. уменьшился,
но оставался еще высоким – 7,4 % (всего пало 163 теленка). Это в боль-
шей мере было связано с действием других внешних факторов. Однако
были повышены требования к используемому молозиву, увеличена пер-
вая порция его. С 25 апреля по 6 июня у 36 стельных коров в период
запуска определено содержание протеина в крови, а после отела (15.07–
2.08) – плотность молозива и содержание протеина в крови у новорож-
денных телят в 1–3-й день после рождения. Протеин в крови определяли
с помощью рефрактометра, а плотность молозива – ареометром.

Для анализа взаимосвязи содержания протеина в крови коров и телят
и плотности молозива коров разделили на две подгруппы в зависимости
от уровня протеина: до 80 г/л и 81 г/л и более (табл. 2).

Таблица 2. Свойство молозива и содержание общего протеина в цельной крови у коров и новорожденных телят

Свойство молозива и содержание протеина в крови коров и новорожденных телят	Содержание общего протеина в крови стельных коров, г/л		
	$\leq 80,0$ (n = 20)	$\geq 81,0$ (n = 16)	70,0–119,0 (n = 36)
	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$	$\bar{X} \pm m\bar{x}$ Cv
Дней до отела	59 $\pm$ 1	62 $\pm$ 2	60 $\pm$ 1 10,9
Содержание протеина в крови коров, г/л	74 $\pm$ 1	95 $\pm$ 3	82 $\pm$ 2 14,4
Плотность молозива	1054 $\pm$ 1	1055 $\pm$ 1	1054 $\pm$ 1 0,3
День исследования крови теленка	2,3 $\pm$ 0,1	2,2 $\pm$ 0,1	2,3 $\pm$ 0,1 2,7
Содержание протеина в крови телят г/л	87 $\pm$ 1	88 $\pm$ 2	87,5 $\pm$ 1,3 9,2

Хотя содержание протеина в крови разных коров заметно различалось, но не выходило за пределы нормы. Поэтому качество молозива (плотность) было практически одинаковым в обеих подгруппах. И оно было выше, чем в предыдущем году. Не было существенных различий и в содержании протеина у телят. По сравнению с 2022 годом содержание его в крови существенно увеличилось. Несомненно, что и содержание иммуноглобулинов них должно было быть выше. Начал сокращаться и процент падежа.

Для полного контроля формирования пассивного иммунитета у телят начали проводить исследование крови каждого новорожденного теленка в 1–3-й день после рождения (день рождения – 0 день). С апреля 2022 г. по январь 2024 г. исследована кровь у 3944 телят (табл. 3).

Таблица 3. Содержание протеина в крови новорожденных телят и процент их гибели

Год и месяц исследований	n	После рождения, дней			Содержание протеина, мг/%			Пало телят	
		$\bar{X} \pm m\bar{x}$	Cv		$\bar{X} \pm m\bar{x}$	Cv		n	%
Апрель 2022 г.	130	1,44	0,09	74,4	7,61	0,04	6,6	5	3,8
Май	163	1,47	0,08	70,0	7,47	0,04	6,0	5	3,0
Июнь	170	1,90	0,10	67,1	7,45	0,03	6,1	18	10,5
Июль	250	1,39	0,06	69,8	7,57	0,05	9,9	15	6,0
Август	201	1,70	0,07	61,7	7,60	0,05	10,0	20	9,9
Сентябрь	152	1,18	0,07	13,0	7,69	0,06	10,3	18	11,8
Октябрь	141	1,90	0,10	62,2	7,70	0,05	7,8	15	10,6
Ноябрь	215	1,60	0,08	75,2	7,82	0,06	11,6	16	7,4
Декабрь	75	1,76	0,13	63,2	8,34	0,2	20,8	10	13,3

Январь 2023 г.	177	1,33	0,07	67,7	8,04	0,06	9,7	5	2,8
Февраль	156	1,06	0,08	90,4	8,56	0,11	15,5	9	5,7
Март	162	1,25	0,09	95,4	8,03	0,07	11,0	4	2,4
Апрель	158	1,35	0,11	100	8,11	0,08	12,5	9	5,7
Май	202	1,75	0,09	69,2	8,40	0,07	11,2	6	3,0
Июнь	210	2,25	0,03	21,6	8,55	0,06	10,9	6	2,8
Июль	237	2,33	0,03	20,2	8,84	0,07	13,0	3	1,3
Август	199	2,20	0,03	18,1	7,97	0,06	11,3	12	6,0
Сентябрь	148	2,25	0,04	20,0	8,61	0,08	11,8	8	5,4
Октябрь	277	2,3	0,03	20,0	8,60	0,06	11,2	10	3,6
Ноябрь	196	2,13	0,03	20,7	8,37	0,06	10,1	8	4,1
Декабрь	153	2,25	0,05	27,1	8,92	0,10	13,6	13	8,5
Январь 2024 г.	172	2,49	0,19	101,3	8,94	0,09	13,2	3	1,7

Использование высококачественного молозива (плотность ≈ 1055) и увеличение первой порции до 3 л способствовало высокой передаче пассивного иммунитета и высокому уровню протеина в крови. И хотя строгой коррелятивной связи качества молозива и уровня протеина в крови телят с их гибелью не выявлено, но годовые результаты подтверждают достоверность этой связи. Уменьшились потери телят. Всего в 2023 г. родилось 2408 телят, пало 93 головы (3,86 %). Повысился уровень протеина в крови. У телят с высоким содержанием протеина (при использовании рефрактометра до 13–16 г/л) иногда возникали проблемы при проведении плановых иммунизаций – проявление аллергической реакции. Необходим был контроль состояния иммунизированных телят и своевременность при необходимости лечения.

Закключение. В задачи работы входило определение взаимосвязи свойств молозива и уровня пассивного иммунитета с частотой падежа телят. Исследования выполнены в КХ Шруба М. Г.

В хозяйстве молозиво после теста на мастит и определения рефрактометром MISCO PA 202 плотности расфасовывают в пакеты *Colostrum Start Bags* (3 и 2,5 л) и замораживают. Скармливают порцию молозива *сохраняемого*, а телятам ≥ 38 кг через 4 ч еще 1–1,5 л. В 2022 г. у 10 коров в конце стельности исследована кровь, а после отела – молозиво и кровь новорожденных. Подобные исследования проведены и в ОАО «Макарово Агро» с идентичной технологией ухода за новорожденными (кровь исследовали с помощью спектрофотометра ПЭ – 5300 ВИ). В обоих хозяйствах при скармливании телятам отобранного молозива устанавливался достаточно высокий уровень протеина в их крови. Во втором опыте (2023 г.) использовано 36 стельных коров и новорожденных телят. Первая порция молозива была увеличена. Содержание протеина в

крови коров различалось ($\leq 80,0$ у 20 и $\geq 81,0$ г/л у 16), но не выходило за пределы нормы. Качество молозива было выше в обеих подгруппах, чем в предыдущем году. Существенных различий в содержании протеина у телят не было. Но по сравнению с 2022 годом содержание его в крови существенно увеличилось. Сократился процент падежа.

Для полного контроля формирования пассивного иммунитета начали проводить исследование крови каждого новорожденного теленка. С апреля 2022 по январь 2024 гг. исследована кровь у 3944 телят. Использование молозива плотностью ≈ 1055 и увеличение первой порции до 3 л способствовало высокому уровню протеина в крови. И хотя строгой коррелятивной связи качества молозива и уровня протеина в крови телят с риском их гибели не выявлено, но годовые результаты подтверждают достоверность такой связи. Всего в 2023 г. родилось 2408 телят, пало 93 (3,86 %, в 2022 г. – 7,4 %).

У телят с высоким содержанием протеина (при использовании рефрактометра до 13–16 г/л) иногда возникали проблемы при проведении плановых иммунизаций – проявлялась аллергическая реакция. Поэтому необходим контроль состояния иммунизированных телят и при необходимости своевременное лечение.

ЛИТЕРАТУРА

1. Godden S. M. Colostrum management for dairy calves / Godden S. M., Lombard J. E., Woolums A. R. // Vet. Clin Am (2019) 35: 535 – 56. Doi: 10.1016/j.cvfa.2019.07.005.
2. Day M. J., Schultz R. D. Veterinary Immunology: Principles and Practice. Second Edition Chapter 2: 12p. CRC Press (2014).
3. Butler J.E. Bovine immunoglobulins: a review. J. Dairy Sci. (1969) 52:1895 – 909.
4. Butler J.E. Bovine immunoglobulins: an augmented review, Vet. Immunopathology. (1983) Mar, 4: 43 – 152. Doi: 10.1016/0165-2427(83)9 0056-9.
5. Gulliksen S. M, Lie K. L, Solverod L, Osteras O. Risk factors associated with colostrum quality in Norwegian dairy cows. J. Dairy Sci. (2008) 91: 704 -12. doi: 10.3168/jds.2007-0450.
6. Kessler E, C., Bruckmaier R. M., Gross J. J. Colostrum composition and immunoglobulin G content in dairy and dual-purpose cattle breeds. J. Anim. Sci. (08.2020) 98:8. doi: 10.1093/jas/skaa237.
7. Meganck V., Laureyns J., Opsomer G. The importance of proper colostrum management in modern cattle, Vlaams Diergenskund Tijds. (2012) 81: 373 – 81. doi: 10.21825/vdt.v81i6.18321.
8. Weaver D. M., Tyler J. W., VanMetre D. C., Hostetler D. E., Barrington G. M. Passive transfer of colostral immunoglobulin in calves. J. Vet. Int. Med. (2000) 14: 569 – 77. doi: 10.1111/j.1939-1676.2000.tb02278.x
9. Veterinary Reproduction and Obstetrics. Tenth Edition. Edited by David E. Noakes, Timothy J. Parkinson, Gary C. W. England. 2019. Elsevier. Ltd. 837 p. (142).

10. Lacetera N., Bernabucci U., Ronchi B. Effects of selenium and vitamin E administration during a late stage of pregnancy on colostrum and milk production in dairy cows, and on passive immunity and growth of their offspring. *Am J Vet Res.* 1996;57:1776–1780.

11. Полозюк О. Н., Дерезина Т. Н., Ушакова Т. М. Методы повышения иммунологического статуса у телят в ранний постнатальный период // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины». – 2017. – Т. 53, вып. 2. – С. 126–129.

12. Kessler, E. C, Pattern of milk yield and immunoglobulin concentration and factors associated with colostrum quality at the quarter level in dairy cows after parturition / Kessler E. C., Pistol G. C, Bruckmaier R. M, Gross J. J. // *J. Dairy Sci.* (2020) 103:965–71. doi: 10.3168/jds.2019–17283].

13. Conneely, M. Factors associated with the concentration of immunoglobulin G in the colostrum of dairy cows / M. Conneely, D. P. Berry, R. Sayers et al. // *Animal Science*, 2013. – V. 7:1824–32. doi: 10.1017/S1751731113001444).

14. Silva-del-Rio N, Rolle D, Garcia-Munoz A, Rodriguez-Jimenez S, Valdecabres A, Lago A, et. al. Colostrum immunoglobulin G concentration of multiparous Jersey cows at first and second milking is associated with parity, colostrum yield and time of first milking, and can be associated with Brix refractometry / N. Silva-del-Rio, D. Rolle, A. Garcia-Munoz et. al. / *J. Dairy Sci.*, 2017. – V. 100. – P. 5774–5781. doi: 10.3168/jds.2016-12394.

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ

УДК 636.2084522632.2.08772

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕДИ И КОБАЛЬТА В РАЦИОНАХ ТЕЛЯТ-МОЛОЧНИКОВ

И. С. СЕРЯКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 12.02.2024)

В статье приводятся данные по использованию в рационах телят-молочников меди и кобальта. Анализируя имеющиеся данные видим, что ввод 5,0 мг меди на 1 кг сухого вещества позволил увеличить прирост живой массы на 4,3 %, в сравнении с контролем (62,1 кг прирост за опыт). Во второй группе, где телята получали кобальт в дозе 0,5 мг на кг сухого вещества рациона прирост массы увеличился на 6,9 %. Комплексное использование указанных выше дозировок позволило увеличить прирост на 8,5 % в сравнении с контролем. Среднесуточные приросты массы в контроле достигли 689,6 г за опыт. В опытных группах (второй, третьей и четвертой) изучаемые показатели были на уровне 719,6; 737,3 и 748,3 г соответственно.

Определение влияния указанных дозировок меди и кобальта в рационах телят свидетельствуют, что количество эритроцитов в опытных группах (вторая, третья и четвертая) возросло на 2,1; 7,1; 10,3 % в сравнении с контролем ($5,58 \cdot 10^{12}/л$). Содержание гемоглобина в крови животных опытных групп было выше, чем в контроле (116,7 г/л) на 1,2; 2,7 и 4,3 г/л. Подсчет лейкоцитов не выявил существенных различий. Количество тромбоцитов в крови молодняка крупного рогатого скота первой группы составило ($634,5 \cdot 10^9/л$), а в опытных – этот показатель увеличился на 1,4; 3,2 и 3,9 %. Затраты корма на прирост в опытных группах были на 8,4; 10,5 и 11,3 % ниже, чем в контроле (4,5 кормовых единиц).

Ключевые слова: *телята, медь, кобальт, приросты массы, гематологические показатели.*

The article provides data on the use of copper and cobalt in the diets of dairy calves. Analyzing the available data, we see that the introduction of 5.0 mg of copper per 1 kg of dry matter made it possible to increase the gain in live weight by 4.3 %, compared with the control (62.1 kg of gain per experiment). In the second group, where calves received cobalt at a dose of 0.5 mg per kg of dry matter of the diet, weight gain increased by 6.9 %. The integrated use of the above dosages made it possible to increase the growth by 8.5 % compared to the control.

The average daily weight gain in the control group reached 689.6 g per experiment. In the experimental groups (second, third and fourth), the studied indicators were at the level of 719.6; 737.3 and 748.3 g, respectively.

Determination of the influence of the indicated dosages of copper and cobalt in calf diets indicates that the number of erythrocytes in the experimental groups (second, third and fourth) increased by 2.1; 7.1; 10.3 % compared to control ($5.58 \cdot 10^{12}/l$). The hemoglobin content in the blood of animals in the experimental groups was higher than in the control (116.7 g/l) by 1.2; 2.7 and 4.3 g/l. White blood cell counts revealed no significant differences. The number of platelets in the blood of young cattle of the first group was $634.5 \cdot 10^9/l$, and in experimental cattle this figure increased by 1.4; 3.2 and 3.9 %. Feed costs for weight gain in the experimental groups were 8.4; 10.5 and 11.3 % lower than in the control (4.5 feed units).

Key words: calves, copper, cobalt, weight gain, hematological parameters.

Введение. Микроэлементы, являясь биологически активными веществами, выполняют в организме жизненно важную роль. Они участвуют в регулировании углеводного, жирового, белкового и минерального обмена, в создании иммунитета, оказывают влияние на тканевое дыхание, внутриклеточный обмен, кроветворение и размножение, а следовательно, на рост, развитие и продуктивность животных. Систематическое недополучение микроэлементов приводит к нарушению синтеза биологически активных соединений в организме, вследствие чего возникают различные расстройства обмена веществ, приостанавливается рост, снижается продуктивность, половая активность, образование иммунитета, нарушаются половые циклы и возникают различные заболевания [1].

Сельскохозяйственным животным при любых условиях содержания и использования необходимы минеральные вещества. Бессолевое питание неизменно вызывает гибель, даже если пища с избытком покрывает потребность организма в энергии и органических веществах. Частичный недостаток минеральных веществ вызывает у животных тяжелые расстройства здоровья и резкое снижение продуктивности [2].

Значение минеральных веществ для жизнедеятельности организма многогранно. Они входят в состав структурных элементов тела животного. Каждая клетка содержит или иные минеральные элементы. Образование новых клеток у растущих животных немислимо без отложения в них минеральных веществ, главным образом в костях и других тканях тела.

Минеральные вещества принимают участие в водно-солевом, углеводном, белковом и жировом обмене, образуя безвредные соединения, которые выводятся из организма через почки, легкие, кишечник и кожу.

Таким образом, минеральные вещества необходимы для поддержания здоровья животных, размножения, нормального развития плода молодняка. Обеспечение в полной норме минеральными веществами животных при откорме способствует ускорению сроков откорма и снижения затрат кормов на единицу массы прироста тела [3].

В организации полноценного минерального питания имеют большое значение микроэлементы. Они принимают участие в регулировании основных физиологических процессов в животном организме – роста, развития, размножения, кроветворения, дыхания и др. Микроэлементы оказывают влияние на синтез и входят в состав гормонов, ферментов, витаминов, принимают участие в обменных функциях [4].

Из микроэлементов наибольшее значение для животных имеют железо, медь, кобальт, цинк, марганец, йод и др.

Основная биохимическая функция меди – участие в ферментативных реакциях в качестве активатора или в составе медьсодержащих ферментов. Велико ее значение в процессах кроветворения, при синтезе гемоглобина и ферментов цитохромов, где функции меди тесно связаны с функцией железа. Медь важна для процессов роста (значительное количество ее захватывается плодом). Она влияет на функцию желез внутренней секреции, оказывает инсулиноподобное действие. Поступая с пищей, медь всасывается в кишечник, связывается альбумином, затем поглощается печенью, оттуда в составе белка церулоплазмина возвращается в кровь и доставляется к органам и тканям. Анемия – характерный признак недостаточности меди, проявляющийся у птиц и млекопитающих и сопровождающийся снижением уровня гемоглобина, резким снижением концентрации меди в печени и значительной инактивацией цитохромоксидазы.

Медь необходима для нормального развития скелета. В зонах, дефицитных по меди, некоторая часть поголовья крупного рогатого скота страдает остеопорозом, а у телят наблюдается явления, напоминающие рахит.

Недостаток меди вызывает тяжелые поражения аортального эластина.

Недостаток меди может вызвать существенные нарушения центральной нервной системы.

При недостатке меди формирование головного мозга животных

нарушается и образуются полости, заполненные жидкостью. Подобные изменения происходят и в костном мозге. Миелиновое вещество мозга оказывалось недоразвитым, состав фракции фосфолипидов изменен. Изменения в белом веществе спинного мозга характерны для энзоотической атаксии.

В районах предположительного медного голодания у крупного рогатого скота встречается заболевание, которое напоминает «падучую болезнь» и проявляется коллапсом со смертельным исходом, если животные предварительно подвергаются стрессу. Заболевание сопровождается повреждением сердца и легких. Не поддается излечению даже при постоянной подкормке медью [1].

Избыток. Отравление медью сельскохозяйственных животных могут быть вызваны разными причинами. Они возникают главным образом у крупного рогатого скота из-за слишком высокой концентрации Cu в концентратах, хотя откормочному скоту можно давать 12 г Cu S_{04} в концентратах, но не с питьевой водой.

Отравления медью у жвачных способствуют корма, бедные марганцем и серой, но богатые Cu , так как при этих условиях всасывается много меди. Алкалоиды некоторых видов растений (*Heliotropium europaeum*, *Echium tagineum*) повреждают печеночные клетки и способствуют накоплению меди. На фоне недостатка молибдена это может привести к отравлению медью.

Участвует в процессах кроветворения в качестве биокатализатора, стимулирующего образование гемоглобина из неорганических соединений железа, хотя она и не входит в состав гемоглобина.

Медь имеет существенное значение для роста животных и оказывает положительное влияние на устойчивость организма к заболеваниям. При недостатке меди в кормах у животных усугубляется анемия.

Диагностическим признаком недостаточности меди в рационах и организме служит появление в крови незрелых форм эритроцитов [5].

Потребность животных разных видов в меди неодинакова. Например, дойным коровам необходимо 70–300 мг меди в сутки в зависимости от удоя [1].

Наиболее высокое содержание меди в зернобобовых кормах, отрубях, шротах [6].

Недостаток меди вызывает так называемую болотную болезнь или

болезнь освоения зерновых и бобовых, а также других видов растений устраняется внесением медьсодержащих удобрений. У злаков недостаток меди вызывает побледнение (вплоть до побеления) молодых листьев, смещение сроков колошения и выбрасывания метелок, появления щуплых или пустых зерен. Зачастую образуется много вторичных побегов.

Содержание меди в кормах определяется в основном ее запасом в почве и видовым составом растительной массы. Содержание меди в растениях специфично для каждого вида. Бобовые растения и разнотравье в целом богаче медью, чем злаки. Сложноцветные и лютиковые наиболее богаты медью среди разнотравья, гвоздичные, гречишные и различные виды шавеля содержат мало меди и много марганца.

С возрастом содержание меди в растениях уменьшается. Только у видов с отрастающими молодыми листьями сохраняется постоянное содержание меди. При первом укосе после 15 июня в злаковых травах, а также других видах растений меди недостаточно для удовлетворения потребности в ней животных. Поэтому скормливание зимой в течение длительного времени сена из этих трав может вызвать у жвачных явления недостаточности меди.

В зерне меди меньше, чем в отрубях и экстракционных шротах. Особенно мало меди в кукурузном и рапсовом шротах, в картофеле меньше меди, чем в свекле. Особенно много меди накапливается в мелиссе; сухой жом и свекольная ботва служат тоже хорошим источником меди в рационе. Животная мука может содержать много меди в зависимости от способа получения, но, как правило, количество меди не превышает 5 мг/кг. С зелеными бобовыми кормами животные получают больше меди, чем со злаковыми травами [1].

Кобальт. Принимает участие в кроветворении. Входит в состав витамина В₁₂, который синтезируется микроорганизмами пищеварительного тракта животных, особенно в рубце жвачных, при наличии в корме достаточного количества кобальта. Это определяет особое значение кобальта в кормлении животных [7].

Кобальт в организме животных активирует ряд ферментов, способствующих улучшению использования белка, кальция и фосфора кормового рациона, усиливает рост молодняка и повышает естественную резистентность организма к различным заболеваниям.

При недостатке в корме кобальта у крупного рогатого скота появляется акабальтоз, или сухотка. Это заболевание характеризуется потерей аппетита, вялостью, прогрессирующим истощанием, падением продуктивности. Чаще всего возникает в регионах с песчаными, подзолистыми, заболоченными и торфянистыми почвами, содержащими не более 1,5–2 мг кобальта в 1 кг сухого вещества; содержание его в пастбищной траве составляет около 0,02 мг в 1 кг сухого вещества при норме около 1 мг [7].

Нормы потребности в кобальте установлены для всех видов и половозрастных групп животных. Например, дойным коровам кобальта требуется 5–20 мг в сутки [9].

При недостатке кобальта в кормах в рационы добавляют его соли – хлориды, сульфат или карбонат. Одна таблетка хлорида кобальта массой 1 г содержит 40 мг чистого кобальта. Непрерывное поступление кобальта в организм обеспечивает кобальтовые пули, содержащие 90 % оксида кобальта. Кобальтовую пулю вводят в желудок жвачных животных, она задерживается в преджелудках (сетке) и постоянно выделяет кобальт, необходимый для питания микроорганизмов, синтезирующих витамин В₁₂. Сравнительно много кобальта в злаково-бобовом сене, травяной муке и шротах [9].

При обогащении рационов молодняка крупного рогатого скота кобальтом в дозе 1,5 мг и 1,8 мг хрома на голову в сутки позволяло увеличить среднесуточные рационы на 8,9 % в сравнении с контролем [9].

Цель работы – определить эффективность обогащения рационов телят молочного периода медью и кобальтом.

Основная часть. Исследования были проведены на молодняке черно-пестрой породы в ОАО «Володарского» Быховского района по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество голов	Кормление животных (медь + кобальт на 1 кг сухого вещества)
I – Контрольная	10	Основной рацион (ОР)
II – опытная	10	ОР + медь 5,0 мг
III – опытная	10	ОР + кобальт 0,5 мг
IV – опытная	10	ОР + медь 5,0 мг + кобальт 0,5 мг

Как видно из данной таблицы, было сформировано четыре группы

по 10 голов в каждой. Первая группа служила контрольной и получала основной рацион, состоящий из молока, ЗЦМ, сена, силос, овсянки и комбикорма КР – 1. Вторая была опытной и получала к основному рациону 5,0 мг меди, третья – к основному рациону 0,5 мг кобальта, четвертая – к основному рациону 5,0 мг меди и 0,5 мг кобальта. Молодняк крупного рогатого скота индивидуально взвешивался.

За период исследований (90 дней) было скормлено 200,0 кг молока, 330 кг ЗЦМ, 90 кг сена, 30 кг силоса, 5 кг овсянки и 61 кг комбикорма КР-1.

Таблица 2. Изменение живой массы телят

Группа	Живая масса, кг					
	начало опыта	первый месяц	второй месяц	третий месяц	приrost поголовья за опыт	% к контрольной
I – контрольная	33,0±0,87	52,8±1,5	73,2±0,85	95,1±1,5	62,1	100,0
II – опытная	32,6±0,6	53,2±0,8	74,5±1,1	97,4±1,0	64,8	104,3
III – опытная	32,0±0,5	53,1±1,2	74,8±1,4	98,4±1,36	66,4	106,9
IV опытная	32,4±0,63	53,4±1,3	75,45±1,3	99,86±1,26	67,4	108,5

Рассматривая данную таблицу, видим, что молодняк крупного рогатого скота во всех группах рос достаточно интенсивно на протяжении всего опыта. Так, в начале опыта масса телят колебалась от 32,0 кг до 33,0 кг, то в первой группе за первый месяц опыта масса увеличилась 19,8 кг, а в опытных – на 20,6; 21,1 и 21,0 соответственно. За второй месяц масса молодняка крупного рогатого скота составила в контрольной группе 732 кг, во второй, третьей и четвертой соответственно 74,5; 74,8 и 75,45 кг. За третий месяц масса телят в первой группе достигла 95,1 кг, а во второй, третьей и четвертой увеличилась на 2,4; 3,4 и 4,9 % соответственно. За период исследований живая масса телят контрольной группы увеличилась на 62,1 кг, а в опытных на 64,8, 66,4 и 67,4 кг, что в процентном соотношении на 4,3; 6,9 и 8,5 % соответственно больше, чем в первой группе.

Данные об изменении среднесуточных приростах массы представлены в табл. 3.

Таблица 3. Изменение среднесуточных приростов массы

Группа	Среднесуточные приросты массы, г				
	первый месяц	второй месяц	третий месяц	за опыт	% к кон- трольной группе
I – контрольная	660±19,5	680±17,6	729±23,0	689,6	100,0
II – опытная	685±23,6	710±19,8	764±20,9	719,6	104,4
III – опытная	704±20,8	723±21,7	785±25,7	737,3	106,8
IV опытная	700±18,9	735±24,0	810±24,8	748,3	108,4

Анализ цифрового материала табл. 3 показывает, что телята за первый месяц исследований увеличивали свою среднесуточную массу в первой группе на 660 г, а во второй – на 685, третьей – на 704 г и в четвертой на 700 г. За второй месяц опыта молодняк контрольной группы приростах ежесуточно на 680 г, в то время как в опытных приростах выше на 4,4; 6,3 и 8,0 %. За третий месяц среднесуточный показатель в контроле достиг 729,0 г, а в опытных он был выше на 35,0; 56,0 и 81,0 г соответственно. За период исследований среднесуточный прирост в контроле составил 689,6 г, во второй – 719,6 г, третьей – 737,3 г, четвертой – 748,3 г, что в процентном отношении прирост в опытных группах был выше, чем в первой на 4,4; 6,8 и 8,4 % соответственно.

В конце опыта изучены некоторые морфологические показатели крови подопытного поголовья, данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Морфологические показатели крови телят

Показатели	Группа			
	I – контрольная	II – опытная	III – опытная	IV опытная
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,58 ±0,22	5,7±0,34	5,98±0,4	6,16±0,2
Гемоглобин, г/л	116,7±4,2	117,9±3,4	119,4±3,6	121±4,52
Лейкоциты, $10^9/л$	21,6±1,6	21,9±1,56	21,8±1,94	21,9±1,7
Тромбоциты, $10^9/л$	634,5±73,0	643,8±62	654,4	659,7

Как свидетельствуют данные табл. 4, в крови телят контрольной группы содержание эритроцитов составило $5,58 \cdot 10^{12}/л$, то в опытных группах наблюдается увеличение этого показателя на 2,1; 7,1 и 10,3 % соответственно. Количество гемоглобина в крови животных первой группы находилось на уровне 116,7 г/л, то во второй, третьей и четвертой группах количество возросло на 1,2; 2,7 и 4,3 г/л. Количество лейкоцитов практически было одинаковым и в первой группе составило

21,6*10⁹/л, а в опытных – 21,8 до 21,9*10⁹/л.

Изучение цифрового материала по наличию в крови тромбоцитов показывает, что в крови контрольной группы их содержалось 634,5*10⁹/л, то во второй, третьей и четвертой группах увеличение составило на 1,4; 3,2 и 3,9 %.

Расчет затрат кормовых единиц и сырого протеина на 1 кг прироста массы показал, что молодняк контрольной группы 4,5 кормовые единицы, во второй на 8,4 %, в третьей – 10,5 % и четвертой на 11,3 %. Аналогичные данные получены и по расходу сырого протеина.

Расчет экономической эффективности обогащения рационов медью и кобальтом молодняка крупного рогатого скота в указанных дозировках позволяет получить дополнительный доход по второй группе 2,78 руб., в третьей – 5,93 руб. и четвертой – 7,57 руб.

Заключение. Анализ проведенных исследований по обогащению рационов телят-молочников медью и кобальтом в дозах 5,0 мг меди и 0,5 мг кобальта на 1 кг сухого вещества позволяет увеличить живую массу на 8,5 % и получить дополнительный доход в сумме 7,57 рубля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кокорев В. А., Федаев А. Н., Кузнецов С. Г. Обмен минеральных веществ у животных. – Саранск, 1999. – С. 153–176.
2. Кормление сельскохозяйственных животных / учеб. пособие для студентов высших с.-х. учебных заведений по специальностям «Ветеринарная медицина», «Зоотехния» // В. К. Пестис др. – Минск: ИВЦ Минфина, 2009. – 540 с.
3. Кузнецов С. Г., Кузнецов А. С. Микроэлементы в кормлении животных // Животноводство России. – 2003. – С. 16–18.
4. Клиценко Г. Т. Минеральное питание сельскохозяйственных животных. – Киев: Урожай, 1975. – 145 с.
5. Кузнецов С. Г. Биологическая доступность минеральных веществ для животных из корма, добавок и химических соединений // Сельскохозяйственная биология. – 1991. – № 6. – С. 150–160.
6. Кальницкий Б. М. Минеральные вещества в кормлении животных. – Л.: Агропромиздат, 1985. – 207 с.
7. Влияние микроэлементов и витаминов на обмен веществ у телок / М. П. Коваль и др. // Витаминно-минеральное питание сельскохозяйственных животных. Сб. научн. тр. – Горки: БГСХА, 1989. – С. 42–46.
8. Физиология пищеварения и кормление крупного рогатого скота: учебное пособие / В. М. Голушко и др. – Гродно: ГГАУ, 2005. – 443 с.
9. Серяков И. С., Швед А. В., Радчиков В. Ф. Эффективность использования хрома и кобальта в рационах телят // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – 2023 – Ч. 1. – С. 80–87.

ВЛИЯНИЕ ЛЕЦИТИНСОДЕРЖАЩЕЙ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ НА ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТЕЛЯТ

А. В. ШВЕД

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 14.02.2024)

В статье представлены результаты введения в рацион молодняка крупного рогатого скота лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С» в составе комбикорма-концентрата КР-3 в установленных дозировках 0,25; 0,50 и 0,75 %. Введение данной добавки положительно влияет по отношению к контрольным аналогам на морфологические показатели крови: количество эритроцитов 1,8–5,8 %; уровень гемоглобина 3,6–14,1 %; лейкоциты 1,4–3,5 %, а также снижает: гематокрит 6,6–9,0 % и количество тромбоцитов 4,4–10,2 %. Положительное влияние на биохимические показатели крови: общий белок с достоверностью 7,9–9,1 % и креатинин 1,4–3,8 %, а также снижает мочевины 3,2–10,9 %; холестерин с достоверностью 22,3–27,4 %; триглицериды 4,5–11,4 %; общий билирубин 0,6–5,9 и прямой билирубин 1,5–3,7 % соответственно. Установленные дозировки положительно влияют на enzymную картину крови в пределах физиологической нормы. Влияние установленных дозровок положительно отражается на минеральном состав крови основных элементов по отношению к контрольной группе животных: кальций с достоверностью 3,5–5,7 %; фосфор 2,6–12,9 %; магний 9,5–15,2 %; железо 16,6–18,2 %; цинк 4,4–13,5 и калий 0,6–1,1 % соответственно. За период исследований опытные группы молодняка крупного рогатого скота в среднем потребляли больше на 1,96–5,88 % сухого вещества, 2,2–6,5 % обменной энергии, 0,75–4,39 % сырого протеина, 3,24–12,79 % сырой клетчатки, 1,79–5,95 % сахара, 0,93–4,63 % фосфора, чем животные контрольной группы. Концентрация основных показателей в сухом веществе во всех группах составила 10,34–10,47 МДж обменной энергии, 14,9–15,3 % сырого протеина, 3,1–3,3 % сырого жира, 16,0–16,8 % сырой клетчатки, 3,2–3,2 % сахара, 0,7 % кальция, 0,4–0,4 % фосфора.

Ключевые слова: гематология, кормовая добавка, фосфолипиды, лецитин, телята.

The article presents the results of introducing the lecithin-containing feed additive "Lecithin C" into the diet of young cattle as part of the concentrate feed KR-3 in the established dosages of 0.25; 0.50 and 0.75 %. The introduction of this additive has a positive effect in relation to control analogues on morphological blood parameters: the number of erythrocytes is 1.8–5.8 %; hemoglobin level is 3.6–14.1 %; leukocytes are 1.4–3.5 %, and also reduces: hematocrit by 6.6–9.0 % and platelet count by 4.4–10.2 %. Positive effect on biochemical blood parameters: total protein with a reliability of 7.9–9.1 % and creatinine 1.4–3.8 %, and also reduces urea 3.2–10.9 %; cholesterol with a reliability of 22.3–27.4 %; triglycerides 4.5–11.4 %; total bilirubin 0.6–5.9 and direct bilirubin 1.5–3.7 %, respectively. The established dosages have a positive effect on the enzyme picture of the blood within the physiological norm. The influence of the established dosages has a positive effect on the mineral composition

of the main elements in the blood in relation to the control group of animals: calcium with a reliability of 3.5–5.7 %; phosphorus 2.6–12.9 %; magnesium 9.5–15.2 %; iron 16.6–18.2 %; zinc 4.4–13.5 and potassium 0.6–1.1 %, respectively. During the research period, the experimental groups of young cattle consumed on average 1.96–5.88 % more dry matter, 2.2–6.5 % more metabolic energy, 0.75–4.39 % more crude protein, 3.24–12.79 % crude fiber, 1.79–5.95 % sugar, 0.93–4.63 % phosphorus than animals in the control group. The concentration of main indicators in dry matter in all groups was 10.34–10.47 MJ of metabolizable energy, 14.9–15.3 % crude protein, 3.1–3.3 % crude fat, 16.0–16.8 % crude fiber, 3.2–3.2 % sugar, 0.7 % calcium, 0.4–0.4 % phosphorus.

Key words: *hematology, feed additive, phospholipids, lecithin, calves.*

Введение Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных на производстве и биологической доступности кормов за счет введения в рационы новых кормовых добавок с целью повышения рентабельности производства продукции и сохранения здоровья животных [1].

Период выращивания один из наиболее ответственных этапов развития крупного рогатого скота, когда происходит интенсивных рост животных, развитие органов и закладывается фундамент для будущей продуктивности животного. В после молочный период животные испытывают стресс в следствии изменения и приспособления к новой схеме кормления. В связи с этим у животных снижается резистентность организма к заболеваниям и сопровождается снижением продуктивности. Во избежание этих последствий проводят ряд ветеринарных работ по вакцинации и по необходимости гематологические исследования [2, с. 65–73, 3, 4, с. 264–272].

Следует помнить, что кровь представляет собой своеобразное зеркало, отражающее процессы, происходящие в кроветворных органах, главным из которых является костный мозг. Изменения состава крови могут быть, как обусловлены собственно заболеваниями органов кроветворения, так и носить реактивный характер, т.е. возникать в ответ на различные патологические процессы со стороны других органов и систем [5, с. 7, 6].

Для обеспечения полноценности кормления ученые разрабатывают новые высокоэффективные кормовые добавки, за счет которых компенсируются потери питательных элементов рационов и возрастает биологическая доступность питательных и минеральных веществ. В связи с этим была разработана новая лецитинсодержащая кормовая добавка «Лецитин С».

Цель исследования: Определение влияния лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С» на гематологические показатели молодняка крупного рогатого скота.

Основная часть. Для определения влияния лецитинсодержащей кормовой добавки на гематологические показатели молодняка крупного рогатого скота был проведен научно-хозяйственный опыт в ГП «Жоди́ноАгроПлемЭ́лита» Смолевичского района Минской области (МТК «Берёзовица») по схеме, представленной в таблице 1. Для проведения исследования сформировали четыре группы молодняка крупного рогатого скота по 10 голов в каждой, по принципу пар-аналогов с учетом возраста, половой принадлежности и начальной живой массы. Средняя масса в группах в начале опыта составила 171,0 килограмм.

Таблица 1. Схема проведения исследований на молодняке крупного рогатого скота

Группы животных	Продолжительность опыта, дней	Количество животных в группе	Особенности кормления
1 контрольная	88	10	ОР (КР-3, соевый шрот, сено разнотравное, сенаж злаково-бобовый, силос кукурузный).
2 опытная		10	ОР + 0,25 % в составе комбикорма концентрата КР-3 лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С»
3 опытная		10	ОР + 0,50 % в составе комбикорма концентрата КР-3 лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С»
4 опытная		10	ОР + 0,75 % в составе комбикорма концентрата КР-3 лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С»

Примечание: в пересчете 0,25 % – 6,5г добавки, 0,50 % – 13г добавки и 0,75 % – 19,5 г добавки соответственно.

За период исследований опытные группы молодняка крупного рогатого скота в среднем потребляли больше на 1,96–5,88 % сухого вещества, 2,2–6,5 % обменной энергии, 0,75–4,39 % сырого протеина, 3,24–12,79 % сырой клетчатки, 1,79–5,95 % сахара, 0,93–4,63 % фосфора, чем животные контрольной группы.

Концентрация основных показателей в сухом веществе во всех группах составила 10,34–10,47 МДж обменной энергии, 14,9–15,3 % сырого протеина, 3,1–3,3 % сырого жира, 16,0–16,8 % сырой клетчатки, 3,2–3,2 % сахара, 0,7 % кальция, 0,4–0,4 % фосфора. За счёт использования различных дозировок кормовой добавки в сухом веще-

стве рационов опытных групп содержалось 0,60; 0,64 и 0,69 % фосфолипидов, или на 9,09; 16,36; и 25,45 % больше по отношению к контрольной группе животных.

Кормовая добавка входила в состав комбикорма-концентрата КР-3 в количестве 0,25; 0,50 и 0,75%, что в пересчете на 1 голову 6,5; 13 и 19,5 грамм. Отбор проб крови проводился через 2,5–3 часа после кормления из яремной вены от 4 голов из каждой группы. Определяли следующие показатели: морфологический состав крови с использованием автоматического анализатора «URIT-3000 Vet Plus»; биохимический состав сыворотки крови – на приборе «Accent 200».

В ходе проведения научно-хозяйственных исследований на телятах от 5 до 7 месячного возраста различных дозировок добавки кормовой «Лецитин С» изучалось действие на морфологические (табл. 2) показатели крови подопытных животных.

Таблица 2. **Морфологические показатели крови телят**

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Эритроциты, 10^{12} /л	6,20±0,15	6,31±0,16	6,47±0,31	6,56±0,27
Гемоглобин, г/л	102,8±3,90	106,5±3,66	110,0±5,08	117,3±5,53
Гематокрит, %	27,83±0,74	25,30±0,64	26,00±1,20	29,85±0,40
Лейкоциты, 10^9 /л	14,4±0,44	14,9±0,79	14,7±0,31	14,6±0,55
Тромбоциты, 10^9 /л	412,3±43,38	370,3±46,06	380,0±50,59	394,3±36,63

Скармливание кормовой добавки «Лецитин С» в составе комбикорма-концентрата КР-3 в количестве 0,25; 0,50 и 0,75 %, или при пересчете 6,5; 13 и 19,5 грамма на голову в сутки, положительно повлияло на морфологические показатели крови. В крови животных II опытной группы установлено увеличение количества эритроцитов на 1,8 %, гемоглобина на 3,6 %, лейкоцитов на 3,5 %, а также наблюдалось снижение уровня гематокрита на 9,0 %, количество тромбоцитов на 10,2 % соответственно по сравнению с контрольной группой животных. В III опытной группе повысилось количество эритроцитов на 4,4 %, гемоглобина на 7,0 %, лейкоцитов было выше на 2,1 %, а также было незначительное снижение количества тромбоцитов на 7,8 % и уровня гематокрита на 6,6 %, по сравнению со сверстниками I группы. В IV опытной группе такие показатели как количество эритроцитов, гемоглобин, гематокрит и лейкоциты были выше, чем у сверстников в контрольной группе на 5,8; 14,1; 7,3 и 1,4 выявлено незначительное снижение тромбоцитов 4,4 % соответственно.

Изучение биохимических показателей крови подопытных животных, данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Биохимические показатели крови телят

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Общий белок, г/л	67,80±0,25	73,13±0,51***	73,40±1,45*	74,01±1,32**
Альбумины, г/л	35,80±0,22	38,60±0,80*	39,55±0,69**	39,93±0,46**
Глобулины, г/л	32,00±0,36	34,53±0,64*	33,85±1,24	34,08±1,07
Мочевина, ммоль/л	3,66±0,36	3,47±0,16	3,35±0,16	3,26±0,13
Креатинин, мкмоль/л	86,12±2,59	89,41±4,22	88,40±2,92	87,30±2,53
Глюкоза, ммоль/л	3,70±0,18	3,83±0,32	3,60±0,22	3,60±0,21
Холестерин, ммоль/л	1,79±0,11	1,39±0,11	1,35±0,11*	1,30±0,10*
Триглицериды, ммоль/л	0,44±0,10	0,39±0,09	0,41±0,11	0,42±0,08
Билирубин общий, мкмоль/л	1,70±0,09	1,6±0,14	1,61±0,30	1,60±0,14
Билирубин прямой, мкмоль/л	1,35±0,06	1,30±0,00	1,33±0,03	1,35±0,05

* – $P < 0,05$; ** – $P < 0,01$; *** – $P < 0,001$.

В научно-хозяйственном опыте установлено достоверное повышение в крови уровня общего белка при использовании добавки кормовой в количестве 6,5; 13 и 19,5 грамм на голову в сутки: на 7,9 % ($P < 0,001$) во второй; на 8,3 % ($P < 0,05$) в третьей и на 9,1 % ($P < 0,01$) в четвертой соответственно. Концентрация альбуминов в опытных группах по отношению к контрольной группе достоверно повысилась на 7,8 ($P < 0,05$); 10,5 ($P < 0,01$) и 11,5 % ($P < 0,01$) соответственно. Концентрация глобулинов в II, III и IV опытной группе повысилась по сравнению с контрольными показателями на 7,9 ($P < 0,05$); 5,9 и 6,5 % соответственно. Содержание мочевины в крови опытных животных по отношению к сверстникам из контрольной группы было, ниже на 5,2; 8,5 и 10,9 % соответственно. Концентрация креатинина в крови животных II, III и IV опытной группы по отношению к контрольным показателям повысилась на 3,8; 2,6 и 1,4 % соответственно. Установлено повышения уровня глюкозы: в II опытной группе на 3,5 %, а также снижение у сверстников III, IV опытных групп на 2,7 % аналогично по отношению к контрольным животным. Обнаружено снижение содержание холестерина в крови опытных животных II, III и IV групп на 22,3; 24,6 и 27,4% ($P < 0,05$) по отношению к контролю. Содержание триглицеридов в крови животных опытных II; III и IV групп по отношению к контрольной группе животных, было ниже на 11,4; 6,8 и

4,5 % соответственно. Количество билирубина общего в крови опытных животных II, III и IV было ниже на 0,6; 5,3 и 5,9 %, а также наблюдалось незначительное снижение прямого билирубина в II и III опытной группе на 3,7 и 1,5 % по отношению к контрольным аналогам.

В процессе проведения исследований изучена ферментативная активность сыворотки крови молодняка крупного рогатого скота, указывающая на интенсивность протекания метаболических превращений в организме животных представлено в табл. 4.

Таблица 4. Энзимная картина крови

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
АсАТ, ед./л	74,43±1,83	73,65±1,56	71,33±3,03	70,60±1,08
АлАТ, ед./л	28,93±0,56	27,95±1,57	30,58±1,27	31,30±0,98
Лактатдегидрогеназа, ед./л	718,3±3,61	709,6±9,57	706,9±6,94	705,6±6,90
Амилаза, ед./л	17,25±3,88	16,57±1,97	16,88±2,76	17,20±1,52

В научно-хозяйственном опыте концентрация фермента АсАТ во всех подопытных группах II, III и IV была ниже на 1,0; 4,2 и 5,1 % соответственно по отношению к контрольной группе. У животных III и IV опытной группы, получавших с рационом добавку кормовую «Лецитин С» в количестве 13,0 и 19,5 грамм на голову в сутки, вносимую с комбикормом-концентратом КР-3, концентрация аланинаминотрансферазы (АлАТ) оказалась выше по сравнению с контрольными показателями на 5,7 и 8,2 % но не выходило за пределы физиологической нормы. Этот же показатель в II опытной группе был ниже на 3,4 % по отношению к I группе животных. В опытный период установлена тенденция к снижению концентрации лактатдегидрогеназы в сыворотке крови животных II; III и IV групп на 1,2; 1,6 и 1,8 % соответственно. Количество амилазы в II, III и IV опытной группе было ниже на 3,9; 2,1 и 0,3 % по отношению к контрольным аналогам.

Минеральные вещества участвуют в поддержании осмотического давления и постоянства рН среды, служат активаторами и ингибиторами ферментов, являются строительным материалом для органов и тканей, участвуют в защитных реакциях организма. Активизация обменных процессов в организме животных происходит за счет использования в рационах минеральных веществ, о чем свидетельствует воз-

растание некоторых микро- и макроэлементов в крови подопытных животных отображено в табл. 5.

Таблица 5. Минеральный состав крови

Показатель	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Кальций, ммоль/л	2,57±0,03	2,69±0,02*	2,71±0,04*	2,66±0,07
Фосфор, ммоль/л	1,93±0,01	2,18±0,24	2,02±0,04	1,98±0,02
Магний, ммоль/л	1,05±0,10	1,15±0,11	1,18±0,14	1,21±0,11
Железо, мкмоль/л	26,4±0,87	30,78±1,24	31,20±2,10	30,9±3,07
Медь, мкмоль/л	11,15±1,03	11,30±0,86	11,43±1,31	11,48±1,42
Цинк, мкмоль/л	13,15±1,01	13,73±0,78	14,18±1,38	14,93±1,31
Калий, ммоль/л	6,42±0,19	6,49±0,06	6,48±0,13	6,46±0,15

Важнейшими показателями минерального обмена является содержание кальция и фосфора в крови животных. В конце научно-хозяйственного опыта в крови молодняка крупного рогатого скота в II, III и IV опытной группе уровень кальция был выше контрольных аналогов на 4,7 ($P<0,05$); 5,4 ($P<0,05$) и 3,5%. Концентрация фосфора в крови телят II, III и IV опытных групп была выше на 12,9; 4,7 и 2,6 %, чем у сверстников I группы. Содержание магния в крови телят II, III и IV опытных групп было выше на 9,5; 12,4 и 15,2 % по сравнению с контрольными сверстниками. Содержание железа, меди, цинка и калия в крови телят II группы было выше, чем в контроле на 16,6; 1,3; 4,4; и 1,1 % соответственно. Содержание железа, меди, цинка и калия в опытных группах III и IV выше, чем в контрольной группе исследуемых животных на 18,2; 2,5; 7,8; 0,9 % и 17,0; 2,9 13,5; 0,6 % соответственно.

Заключение. Полученные результаты исследований введения в рационы молодняка крупного рогатого скота лецитинсодержащей кормовой добавки «Лецитин С» в дозировках 0,25; 0,50 и 0,75 % в составе комбикорма-концентрата КР-3 оказало положительное влияние на морфологический, биохимический и минеральный состав крови животных.

Использование добавки в составе комбикорма-концентрата 0,25 % способствовало достоверному увеличению в крови общего белка на 7,9 %, альбуминов на 7,8 %, глобулинов 7,9 % и кальция на 4,7 %.

Скармливание лецитинсодержащей добавки в концентрации 0,50 % способствовало достоверному увеличению в крови общего белка на 8,3 %, альбуминов на 10,5 % и кальция на 5,4 %, а также достоверное снижение холестерина на 24,6 %.

Введение в рацион кормовой добавки в концентрации 0,75 % способствовало достоверному увеличению в крови общего белка на 9,1 % и альбуминов на 11,5 %, а также достоверное снижение холестерина на 27,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Радчиков В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота: монография. – Барановичи, 2003. – 190 с.
2. Саранюк, С. В., Барсуков С. В., Воронин С. В. Технологические приемы повышения эффективности молочного скотоводства // Научный журнал молодых ученых. – 2020. – №2 (19). – С. 65–73.
3. Гауптман Я., Чумливики Б., Душек Я. Этология сельскохозяйственных животных. – М.: Колос, 1977.
4. Кирикович, С. А., Кирикович Ю. К., Курепин А. А. Влияние экзогенных факторов на продуктивность, сохранность и естественную резистентность животных // Сельскохозяйственный журнал. – 2012. – Вып. 2, №1. – С. 264–272.
5. Сивкова Т. Н., Доронин-Доргелинский Е. А. Клиническая ветеринарная гематология: учебное пособие; М-во с.-х. РФ, федеральное гос. бюджетное образов. учреждение высшего образов. «Пермская гос. с.-х. акад. им. акад. Д.Н. Прянишникова». – Пермь: ИПЦ «Прокрость», 2017. – 123 с.
6. Амиров Д. Р., Тамимдаров Б. Ф., Шагеева А. Р. Клиническая гематология животных: учебное пособие. – Казань: Центр информационных технологий КГАВМ, 2020. – 134 с.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ОБОГАЩЕНИЯ РАЦИОНОВ ТЕЛЯТ-МОЛОЧНИКОВ ВИТАМИНОМ В_с

И. С. СЕРЯКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

В. Ф. РАДЧИКОВ

*РУП «НПЦ НАН Беларуси по животноводству»
г. Жодино, Республика Беларусь, 22160*

(Поступила в редакцию 16.02.2024)

В статье анализируются данные, полученные в результате испытания влияния различных дозировок витамина В_с в рационах молодняка телят. Установлено, что из испытанных дозировок в 15,0; 20,0 и 25,0 мг витамина В_с на голову в сутки, более эффективной оказалась дозировка в 25 мг, позволяющая увеличить прирост массы за опыт на 61,1 кг, что на 6,4 % больше, чем в контроле, при среднесуточном приросте в 678 г (в контроле 637 г) и затратах корма на 1 кг прироста массы в 3,95 кормовые единицы. Биохимические показатели крови свидетельствует, что дозировка витамина В_с в дозе 25 мг увеличила содержание общего белка на 1,8 %, глобулинов – на 9,3 % и глюкозы на 7,2 %.

Ключевые слова: витамин В_с, прирост, массы, затраты корма, гематологические показатели.

The article analyzes the data obtained as a result of testing the effect of various dosages of vitamin B_c in the diets of young calves. It was found that of the tested dosages of 15.0; 20.0 and 25.0 mg of vitamin B_c per head per day, a dosage of 25 mg was more effective, allowing an increase in weight gain during the experiment by 61.1 kg, which is 6.4 % more than in the control, with an average daily gain of 678 g (in the control 637 g) and feed costs per 1 kg of weight gain of 3.95 feed units. Biochemical blood parameters indicate that the dosage of vitamin B_c of 25 mg increased the content of total protein by 1.8 %, globulins by 9.3 % and glucose by 7.2 %.

Key words: vitamin B_c, weight gain, feed costs, hematological parameters.

Введение. Роль водорастворимых витаминов в кормлении. Они принимают участие в окислительно-восстановительных процессах, входят в состав многих ферментов, которые ускоряют многочисленные биохимические реакции в клетках животного организма. Витамин группы В, таким образом, участвуют в обмене белков, жиров и углеводов. Они синтезируются высшими растениями, бактериями и дрожжами, в том числе и микрофлорой пищеварительного тракта

(рубца) жвачных животных.

Недостаток витаминов группы В в кормах и рационах животных ведет к замедлению роста, плохому использованию питательных веществ кормов, дерматитам, судорогам, нарушениям координации движений, параличам и др. Витамин В₁ (тиамин) называют антианеврическим витамином. Тиамин оказывает влияние на образование гликогена из глюкозы, на превращение фруктозы в глюкозу, на синтез углеводов из молочной и пировиноградной кислот, на всасывание углеводов; тиамин необходим и для синтеза жирных кислот из углеводов [1].

При недостатке в рационе этого витамина усвоение углеводов в организме задерживается на стадии пировиноградной кислоты, которая накапливается в крови, проявляя токсическое действие, нарушается водный, жировой и белковый обмен. У животных наблюдается потеря аппетита, расстройство пищеварения, значительные изменения в нервной системе, появляется полиневрит, прекращается рост, нарушается деятельность сердечно-сосудистой системы.

На потребность животных в тиамине влияет вид, возраст, физиологическое состояние, состав рациона, интенсивность бактериального синтеза витамина В₁ в организме. Повышение уровня жира в рационе снижает потребность животных в тиамине, и наоборот. Ненасыщенные жирные кислоты, входящие в состав жира корма, снижают потребность в тиамине из-за усиления микробиологического синтеза и всасывания этого витамина из кишечника. Добавка марганца к дефицитному по тиамину рациону также снижает потребность животных в этом витамине. С увеличением в рационе уровня углеводов потребность в тиамине повышается [2].

Удовлетворительными источниками тиамина служат зеленые растения и хорошее сено. Богаты тиамином зерновые злаковые корма, в которых в среднем содержится до 3–4 мг/кг, пшеничные отруби с содержанием до 8 мг/кг, наибольшее содержание тиамин находится в кормовых дрожжах – до 77 мг/кг. При недостатке в кормах тиамин в рационы животным добавляют витаминные препараты тиамин хлорида или тиамин бромид, а также тиамин мононитрата. За 1 МЕ витамина В₁ принимается 3 мг кристаллического тиамин гидрохлорида.

Витамин В₂ (рибофлавин). В организме животных рибофлавин принимает участие в синтезе многих ферментов, обеспечивающих окислительно-восстановительные процессы в клетках. Он взаимодействует с аденозинтрифосфорной кислотой (АТФ), образуя флавины,

которые участвуют в переносе водорода и регулировании энергетического обмена. Флавопротеиды воздействуют на белковый обмен, катализируют превращение аминокислот, они необходимы для синтеза и распада жирных кислот, окисления глюкозы, альдегидов (в кислоты), гипоксантина (в ксантин). Флавины также играют важную роль в поддержании нормальной функции глаз, половых желез, нервной системы, в синтезе гемоглобина [3].

В рибофлавине нуждаются телята и ягнята в раннем возрасте при скормливании заменителей молока, не содержащих этого витамина. У взрослого крупного рогатого скота и овец достаточное количество рибофлавина синтезируется в пищеварительном канале.

Дефицит рибофлавина чаще всего наблюдается на зерновых рационах, не содержащих специальных витаминных добавок или содержащих их ниже оптимального уровня, при длительном хранении кормов.

Хорошим источником рибофлавина являются дрожжи, травяная мука, отруби, жмыхи, свежая зелень, рыбная мука, молочные корма.

Витамин В₄ (холин) в организме животных принимает участие в обмене фосфолипидов и серосодержащих аминокислот (метионина, цистина и цистеина), входит в состав ацетилхолина, важнейшего передатчика нервного возбуждения. Холин необходим животному организму как липотропный фактор, способствующий образованию в печени фосфолипидов и поступлению их в кровь. Холин предохраняет печень от жировой инфильтрации и способствует удалению избыточного жира из печени [4].

Хорошим источником холина для животных служат зеленые растения, травяная (люцерновая) мука, соевый шрот, рыбная мука, дрожжи, а также фосфатиды, полученные при рафинировании растительных масел.

При недостатке в кормах холина в комбикорма и рационы животных добавляется холина хлорид.

Витамин В₃ (пантотеновая кислота). В организме животных пантотеновая кислота является незаменимой составной частью кофермента А, который играет важную роль в белковом, углеводном и, особенно, в липидном (жировом) обмене. Чаще всего недостает витамина В₅ в рационах с высокой калорийностью. Он участвует в синтезе ацетилхолина и стероидных гормонов, необходим для нормальной функции тканей, роста и пигментации волос.

Недостаток в организме животных витамина В₃ приводит к различным изменениям в обмене веществ и сопровождается поражени-

ем кожи, нервной системы, крови, пищеварительного тракта и органов размножения.

Хорошим источником витамина В₃ являются дрожжи, животные корма, зеленая трава, травяная мука, пшеничные отруби, зерновые бобовые, жмыхи. При недостатке пантотеновой кислоты в кормовых рационах применяют кальция пантотонат [1].

Витамин В₆ (пиридоксин). Биологическая роль пиридоксина определяется его участием в аминокислотном обмене и построении фермента фосфорилазы, расщепляющего гликоген. Пиридоксин необходим также для превращения в организме животных линолевой кислоты в арахидоновую, в образовании жира из белка, гемоглобина крови, а также в обмене натрия. Таким образом, витамин В₆ принимает непосредственное участие в белковом, углеводном, жировом и минеральном обмене.

Сравнительно богаты пиридоксином дрожжи, пшеничные отруби, зеленые бобовые и злаковые растения, где пиридоксин концентрируется в зародышах, люцерновая мука, кормовая патока. При недостатке в кормах витамина В₆ в комбикорма и рационы животных добавляют синтетический препарат пиридоксина гидрохлорида [5].

Витамин Н (биотин). Иначе этот витамин называют фактором роста дрожжей и отдельных видов бактерий. В животном организме биотин входит в состав ферментов транскарбоксилаз, которые регулируют обмен углекислого газа и образование из него органических соединений (мочевины, пуринов). Биотин принимает участие в синтезе жирных кислот, а также аминокислот лейцина и изолейцина. Ферменты, включающие биотин, способствуют синтезу сыровоточных альбуминов крови и фермента амилазы. Таким образом, биотин необходим животным для осуществления белкового, жирового и углеводного обмена в организме.

Сравнительно богаты биотином дрожжи, зеленая трава, зерно злаковых и бобовых культур, корма и продукты животного происхождения.

Витамин В₁₂ (цианкобаламин). Этот витамин является антианемическим фактором. В животном организме играет значительную роль в процессе кроветворения, работе красного костного мозга и биосинтезе нуклеиновых кислот. В своем составе содержит кобальт. С помощью витамина В₁₂ осуществляется ресинтез в организме незаменимой аминокислоты метионина. Этот витамин оказывает влияние на рост животных, активизацию белкового обмена, способствует усвоению ами-

нокислот.

Недостаточная обеспеченность свиней, птицы, молодняка жвачных животных витамином B_{12} вызывает у них злокачественную анемию (малокровие), сопровождающуюся резким снижением продуктивности, прекращением роста и полным истощением организма из-за низкого усвоения белков кормов растительного происхождения.

У взрослого крупного рогатого скота и овец наблюдается появление злокачественной анемии и ее последствий при нарушении микробного синтеза витамина B_{12} в преджелудках, когда животные получают корма, бедные кобальтом [6].

Хорошим источником витамина B_{12} являются корма животного происхождения, водоросли, сапропель. В кормах растительного происхождения этот витамин отсутствует. Жвачным животным добавляют в рационы кобальт.

Витамин B_c (фолиевая кислота, фолацин) функционально близок витамину B_{12} . Это – сложное по структуре соединение, в состав которого входит парааминобензойная кислота, последняя относится к паравитаминам. Свое действие витамин осуществляет как кофермент в виде тетрагидрофолиевой (ТГФК) или фолиновой кислоты, синтезируемой в печени. ТГФК катализирует целый ряд реакций переноса одноуглеродных остатков, идущих на синтез таких важных соединений, как пуриновые и пиримидиновые основания нуклеиновых кислот, некоторых аминокислот. Кроме того, этот витамин ограничивает ферментативный распад пуринов.

В международной классификации фолиевая кислота называется птероилмоноглутаминовой кислотой. В организме она восстанавливается в тетрагидрофолиевую кислоту (ТГФК) – активную форму витамина B_c . ТГФК дает начало большому количеству активных производных (птеропротеинов), ускоряющих перенос одноуглеродистых остатков муравьиной кислоты, формальдегида и метильной группы (5-формил-ТГФК, 10-метилен-ТГФК, 5-метил-ТГФК). Производные ТГФК участвуют в синтезе пуринового и пиримидинового ядра нуклеиновых кислот, метионина и холина, вызывают распад гистидина и образование форменных элементов крови. Антагонисты фолиевой кислоты (аминоптерин, аметоптерин) применяются при лечении лейкозов [7].

При недостатке в корме фолиевой кислоты в организме нарушается процесс созревания в красном костном мозге форменных элементов крови и развивается анемия. Хорошим источником фолиевой кислоты служат зеленые растения, травяная мука, соевый шрот.

Витамин С (аскорбиновая кислота). Принимает участие в обменных процессах организма животного, обеспечивает окислительно-восстановительные функции клеток. Витамин С участвует в превращениях нуклеиновых кислот, в синтезе стероидных гормонов в надпочечниках, образовании коллагена, входящего в состав основного вещества (эндотелия) сосудов и соединительной ткани, влияет на обмен серы и железа, инактивацию в организме ядов и токсинов, обладает антиоксидантным действием.

В организме животных аскорбиновая кислота при полноценном кормлении и полной обеспеченности витамином А синтезируется в необходимом количестве в печени и почках. Поэтому С-гиповитаминозы у животных возникают параллельно с А-гиповитаминозами.

Аскорбиновая кислота содержится практически во всех растительных кормах, но при хранении кормов она под действием кислорода, света и ферментов быстро разрушается, поэтому в комбикорма и рационы производится добавка синтетического препарата аскорбиновой кислоты, которая ослабляет или даже исключает отрицательное влияние стресс факторов, способствует сохранности молодняка и повышению продуктивности животных [5].

Цель работы – определить эффективность использования витамина В_с в рационах телят-молочников.

Основная часть. Исследования были проведены на ферме «Черники» ОАО «РАПС» Минского района на телятах-молочниках белорусской черно-пестрой породы, исследования проведены по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Количество голов	Кормление животных (витамин В _с на гол в сут.)
I Контрольная	10	Основной рацион (ОР)+ В _с 15 мг
II опытная	10	ОР + В _с 20 мг
III опытная	10	ОР + В _с 25 мг

Анализ данной таблицы показывает, что для исследований было сформировано три группы телят, в каждой по 10 голов. Первая группа была контрольной и получала к основному рациону 15 мг витамина В_с. Вторая и третья были опытными и получали к основному рациону витамины В_с в дозах 20 и 25 мг соответственно.

Животные находились в индивидуальных станках, в одном помещении и один раз в месяц взвешивались индивидуально.

Все необходимые профилактические прививки молодняку проводились ветеринарной службой хозяйства согласно схеме предприятия.

За 90 дней опыта молодняку крупного рогатого скота было скормлено: молока цельного – 200 кг, ЗЦМ – 300 кг, сена – 86 кг, силоса – 32 кг, овсянки – 8 кг, комбикорма КР–1 – 58 кг.

Разные дозировки витамина В_с по-разному влияли на организм животных.

Таблица 2. Изменение живой массы у подопытного поголовья

Группа	Живая масса, кг					
	начало опыта	первый месяц	второй месяц	третий месяц	прирост поголовья за опыт	% к контрольной
I – контрольная	31,4±0,6	48,9±0,8	68,5±1,0	88,8±1,5	57,4	100,0
II – опытная	30,9±0,4	49,1±1,2	69,7±1,4	91,0±1,3	60,1	104,7
III – опытная	30,7±0,7	49,2±0,8	70,0±1,6	91,8±1,4	61,1	106,4

Цифровой материал данной таблицы показывает, что в начале опыта живая масса в группах колебалась от 30,7 кг до 31,4 кг. За первый месяц исследований в первой группе масса телят составила 48,9 кг, а во второй – на 4,0 и в третьей – на 6,1 % больше. За второй месяц исследований животные контрольной группы приросли на 19,6; во второй – на 20,6 и в третьей – на 20,8 кг. За третий месяц опыта масса подопытных животных в первой группе достигла 88,8 кг, а в опытных – 91,0 и 91,8 соответственно.

Важным показателем является изменение среднесуточных приростов массы молодняка, данные представлены в табл. 3.

Таблица 3. Изменение среднесуточных приростов массы у телят-молочников

Группа	Среднесуточные приросты массы, г				
	первый месяц	второй месяц	третий месяц	за опыт	% к контрольной группе
I – контрольная	585±37	653±44	675±43	637	100,0
II – опытная	608±41	686±40	713±39	669	105,0
III – опытная	615±39	693±38	727±35	678	106,4

Анализ приведенных цифровых данных показывает за первый месяц среднесуточный прирост в контроле составил 585,0 г, а в опытных был 608 г во второй и 615 г в третьей группе.

За второй месяц опыта изучаемый показатель в первой группе до-

стиг 653 г, а во второй и третьей – на 33,0 и 48,0 г больше. За третий месяц среднесуточный прирост достиг 675 г в контроле, а в опытных – на 5,6 и 7,8 % выше.

В целом же за опыт среднесуточный прирост в контроле достиг 637,0 г, а во второй и третьей – 669 г и 678 г, что на 5,0 и 6,4 % больше, чем у их сверстников из первой группы.

В конце опыта была взята кровь у четырех животных из каждой группы и определены биохимические показатели, данные представлены в табл. 4.

Таблица 4. Гематологические показатели

Показатели	Группа		
	I – контрольная	II – опытная	III – опытная
Общий белок, г/л	76,4±3,12	77,8±1,2	78,4±1,26
Альбумины, г/л	42,2±0,62	40,4±0,78	42,0±0,86
Глобулины, г/л	34,2±1,8	37,4±2,2	36,4±0,9
Мочевина, ммоль/л	3,2±0,56	3,0±0,18	2,5±0,15
Глюкоза, ммоль/л	3,6±0,42	3,86±0,54	4,0±0,66
Холестерин, ммоль/л	3,04±0,08	2,86±0,22	2,80±0,35

При обогащении рационов телят витамином В₆ в дозе 15 мг (контрольная группа) общий белок в крови находился на уровне 76,4 г/л, при этом белковые фракции составили: альбумины – 42,2 г/л, глобулины – 34,2 г/л, мочевина – 3,2 ммоль/л; глюкоза – 3,6 ммоль/л и холестерин – 3,04 ммоль/л.

При вводе в корма витамина В₆ в дозе 20 мг (вторая опытная) содержание в крови общего белка увеличилось на 1,8 %, глобулинов на 9,3 %, глюкозы на 7,2 %. Следует отметить, что наблюдается снижение альбуминов на 4,3 %, мочевины на 6,3 % и холестерина на 6 % в сравнении с кровью контрольной группы.

Дозировка витамина В₆ в дозе 25 мг (третья группа) способствовала увеличению общего белка в крови на 2,6 %, глобулинов на 64 %, глюкозы на 11,1 %, при этом наблюдается снижение альбуминов на 0,2 г/л, мочевины на 0,7 ммоль/л и холестерина на 0,24 ммоль/л в сравнении с первой группой.

Оценивая данные по расходу кормов на 1 кг прироста массы, следует отметить, что животные контрольной группы затрачивали на 1 кг прироста массы 3,96 кормовые единицы и 578 г сырого протеина. Молодняк крупного рогатого скота опытных групп расходован на 4,6 и 6,1 % меньше кормовых единиц, чем их сверстники в первой группе. Аналогичная картина и по расходу сырого протеина.

Закключение. Исследованиями было установлено, что обогащение рационов телят-молочников витамином В_с способствует увеличению прироста массы на 6,4 % и снижению затрат корма на 6,1 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Горбачев В. В., Горбачева В. Н. Витамины, микро- и макроэлементы: справочник. – Минск: Интерпрессервис, 2002. – 504 с.
2. Рекомендации по витаминно-минеральному питанию высокопродуктивного молочного скота; БелНИИЖ // И. И. Горячев и др. – Минск. 1992. – 32 с.
3. Кердяшов Н. Н. Кормление молодняка животных с использованием кормовых добавок: монография. – Пенза, 2015. – 166 с.
4. Кормление с.-х. животных / В. К. Пестис, Н. А. Шарейко и др. – Минск, 2010. – 540 с.
5. Вальдман А. Р. Витамины в животноводстве. – Рига: Зинанте, 1977. – 352 с.
6. Букин В. Н. Витамин В₁₂ и его применение в животноводстве. – М., 1971. – 218 с.
7. Пономаренко Ю. А., Фесинин В. И., Егоров И. А. Корма, биологически активные вещества, безопасность. – Минск: Белстан, 2013. – С. 323.

РЕШЕНИЕ ЗАДАЧ СОСТАВЛЕНИЯ КОРМОВЫХ СМЕСЕЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

А. Я. РАЙХМАН, А. В. МАРТЫНОВ, Г. Г. МЯСНИКОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 20.02.2024)

Апробирована возможность использования искусственного интеллекта в решении задач на составление простых кормовых смесей. Показано, что посредством текстовой формулировки задачи, без специальной подготовки в области математического моделирования, можно получить решение через взаимодействие с искусственным интеллектом, который также может написать программу для автоматизации аналогичных решений. Доказана целесообразность применения бота Copilot, встроенного в интернет браузер, поскольку он совершенно бесплатен и обладает достаточным уровнем интеллекта для решения математических задач в области комбинаторики.

Обоснован выбор средства для работы с задачами моделирования смесей. Проведя детальный анализ подставленных на рынке программ и инструментов, для решения сложных математических вычислений, выбрана надстройка «Поиск решения» как наиболее мощный и гибкий инструмент, работающий в среде электронных таблиц, которые также являются лучшим выбором для управления данными. Надстройка представляет собой один из наиболее мощных и гибких инструментов для решения оптимизационных задач, и она предоставляется бесплатно.

Привлечение искусственного интеллекта показало высокую производительность выполнения расчетов. Время на написание программы на высокоуровневом языке программирования VBA плюс передача данных – приблизительно 40 секунд. Кроме того, 15 секунд было затрачено на подготовку процедуры проверки и подключения библиотеки математической надстройки «Solver».

Перспективность обозначенного направления обуславливает необходимость дальнейших исследований с более сложными задачами моделирования рационов и комбикормов.

Ключевые слова: *кормовые смеси, комбикорма, комбинаторика, математическое моделирование в Excel, оптимизация рационов, искусственный интеллект.*

The possibility of using artificial intelligence in solving problems related to the preparation of simple feed mixtures has been tested. It is shown that by means of a textual formulation of the problem, without special training in the field of mathematical modeling, it is possible to obtain a solution through interaction with artificial intelligence, which can also write a program to automate similar solutions. The feasibility of using the Copilot bot, built into an Inter-

net browser, has been proven, since it is completely free and has a sufficient level of intelligence to solve mathematical problems in the field of combinatorics.

The choice of a tool for working with mixture modeling problems is justified. After conducting a detailed analysis of the programs and tools available on the market for solving complex mathematical calculations, the "Solution Search" add-on was selected as the most powerful and flexible tool that works in a spreadsheet environment, which is also the best choice for data management. The add-in is one of the most powerful and flexible tools for solving optimization problems, and it is provided free of charge.

The use of artificial intelligence has shown high performance of calculations. The time to write a program in the high-level programming language VBA plus data transfer is approximately 40 seconds. In addition, 15 seconds were spent preparing the procedure for checking and connecting the "Solver" mathematical add-in library.

The prospects of this direction necessitate further research with more complex problems of modeling diets and mixed feeds.

Key words: feed mixtures, compound feeds, combinatorics, mathematical modeling in Excel, ration optimization, artificial intelligence.

Введение. Цифровые технологии занимают все большее место в решении производственных задач. Мировая экономика оказалась перед неизбежностью обновления методов принятия решений, когда наряду со скоростью выполнения появляется возможность существенного улучшения качества расчетов и прогнозов [1, 2, 4].

Технический прогресс пришел и в аграрное производство. Последние два года стремительно развивается информационная технология в решении трудоемких задач составления полноценных оптимальных рационов кормления для сельскохозяйственных животных. Большое количество факторов и ограничений, влияющих на приготовление полноценных смесей, усложняет процесс разработки. Здесь требуется быстрое принятие решений, которые должны быть максимально эффективны и практичны. В такой ситуации роль цифровизации кормления возрастает многократно [3, 5].

При этом роль человека сводится к формализации задачи, разработке математической модели с последующим ее решением посредством компьютерных программ. Такая работа требует высокой квалификации при условии специальной подготовки. Сегодня недостаточно кадров, готовых к качественному выполнению этой функции, и поэтому актуальным является поиск инструмента для поддержки специалистов в реализации расчетов по кормлению животных [4, 6, 7].

Появление и развитие искусственного интеллекта, очевидно, сыграет в этом далеко не последнюю роль [2, 5, 8, 9].

Искусственный интеллект (далее по тексту ИИ) начал развиваться в середине 20-го века, и с тех пор значительно продвинулся. Вот несколько ключевых моментов в истории ИИ. 1950 год: Алан Тьюринг, британский математик и криптограф, предложил концепцию «Теста Тьюринга» для определения способности машины имитировать человеческое поведение. 1956 год: Термин «искусственный интеллект» был впервые использован на конференции в Дартмуте, которую организовали Джон Маккарти, Марвин Минский, Натаниэль Rochester и Клод Шеннон. 1960-е годы: Появление первых систем ИИ, таких как ELIZA и SHRDLU [13, 14, 15].

Но реальное ускорение развития искусственного интеллекта началось в 2020-е годы: Развитие трансформерных моделей, таких как GPT-3 от OpenAI, которые показывают впечатляющие результаты в области генерации текста [15, 16].

Искусственный интеллект может быть очень полезным в задачах комбинаторики, особенно при составлении рецептов кормовых смесей для сельскохозяйственных животных. Вот несколько преимуществ использования ИИ в этой области:

1. Оптимизация рецептов: ИИ может анализировать большие объемы данных о питательных веществах, ценах на ингредиенты и диетических потребностях различных видов животных, чтобы создать наиболее оптимальные и экономически эффективные рецепты кормовых смесей.

2. Прогнозирование результатов: Используя машинное обучение, ИИ может обучаться на исторических данных и прогнозировать будущие результаты, такие как уровень продуктивности животных при использовании определенных кормовых смесей.

3. Адаптивность: ИИ способен адаптироваться к изменяющимся условиям, таким как колебания цен на ингредиенты или изменения в диетических потребностях животных, и соответственно корректировать рецепты.

4. Скорость и масштабируемость: ИИ может обрабатывать и анализировать данные гораздо быстрее, чем человек, и способен обрабатывать гораздо большие объемы данных, что делает его масштабируемым решением для больших сельскохозяйственных операций.

5. Уменьшение ошибок: ИИ может помочь уменьшить вероятность ошибок, которые могут возникнуть при ручном составлении рецептов кормовых смесей.

В целом, использование ИИ в этой области может привести к улучшению эффективности и продуктивности в сельском хозяйстве. Однако стоит отметить, что успешное применение ИИ требует качественных исходных данных и тщательного планирования [10, 11, 14].

Ключевая роль в развитии ИИ принадлежит Сэму Альтману, основателю корпорации Open AI. Он был генеральным директором компании и внес значительный вклад в ее развитие. Под руководством Альтмана OpenAI создала ChatGPT, одну из самых продвинутых систем генерации текста. В 2016 году Альтман впервые объявил о том, что OpenAI создает общий искусственный интеллект (GAI) – ИИ, соответствующий человеческому интеллекту, – известный как GPT-11. В 2021 году OpenAI выпустила DALL-E, ИИ, способный генерировать изображение на основе описания пользователя [14, 15].

Обоснование выбора средства реализации.

Обоснование выбора средства взаимодействия с ИИ. Для работы с искусственным интеллектом мы выбрали Copilot.

GitHub Copilot – это инструмент на базе искусственного интеллекта, совместно разработанный GitHub и OpenAI, который помогает разработчикам писать код быстрее и с меньшими усилиями. Он работает в интегрированных средах разработки, таких как Visual Studio Code, Visual Studio, Neovim и JetBrains, предоставляя вспомогательные функции для программистов. Например, он может преобразовывать комментарии в исполняемый код, автозаполнять фрагменты кода, повторяющиеся разделы и целые методы или функции.

Обоснование выбора средства для решения моделей и задач комбинаторики. Проведя детальный анализ подставленных на рынке программ и инструментов, для решения сложных математических вычислений мы выбираем надстройку «Поиск решения» как наиболее мощного и гибкого инструмента, работающего в среде электронных таблиц, которые также являются лучшим выбором для управления данными [10, 11, 14, 15].

Использование надстройки «Поиск решения» в задачах оптимизационного моделирования целесообразно по нескольким причинам:

1. Мощный и гибкий инструмент: Надстройка «Поиск решения» предоставляет широкий набор функций, которые позволяют решать разнообразные задачи оптимизации. Она позволяет настраивать и решать различные линейные и нелинейные задачи оптимизации, включая оптимизацию целевой функции с учетом ограничений. Благодаря этому, она представляет собой один из наиболее мощных и гибких инструментов для решения оптимизационных задач.

2. Работа в среде электронных таблиц: Надстройка «Поиск решения» работает в среде электронных таблиц, что делает использование ее удобным и простым. Электронные таблицы являются одним из самых распространенных и действенных инструментов для управления данными. Они позволяют удобно организовывать и анализировать данные, а также выполнять вычисления и решать оптимизационные задачи. Использование надстройки «Поиск решения» в такой среде позволяет пользователям комфортно использовать все преимущества электронных таблиц, такие как удобное ввод данных, возможность проводить анализ результатов и легкое внесение изменений в модель. 3. Лучший выбор для управления данными: Электронные таблицы предоставляют широкие возможности для управления данными, включая сортировку, фильтрацию, группировку и анализ данных. При использовании надстройки «Поиск решения» в электронных таблицах пользователи получают преимущества обоих инструментов – возможности оптимизационного моделирования и удобство управления данными. Это позволяет улучшить эффективность и точность анализа данных, а также быстро внести изменения в модель и оценить их влияние на результаты. В целом, использование надстройки «Поиск решения» в задачах оптимизационного моделирования в среде электронных таблиц является целесообразным выбором, так как она обладает мощными функциями оптимизации, удобством использования и сочетает в себе преимущества электронных таблиц и инструментов оптимизации.

3. Создание математической модели в Excel обладает высокой прозрачностью и доступностью. Excel предоставляет широкий набор функций и инструментов для создания моделей, включая возможность использования формул, функций, условных операторов и т.д. Это позволяет пользователям ясно и прозрачно выразить математические отношения и ограничения в модели.

Однако уровень интеллекта и подготовки пользователей должен быть высоким. Уровень интеллекта и подготовки пользователей являются важными факторами при работе с математическими моделями в Excel. Хотя Excel предоставляет мощные инструменты и функции, требуется хорошее понимание базовых математических концепций и методов оптимизации, чтобы корректно смоделировать и анализировать сложные задачи, пользователи должны обладать навыками в области математики, статистики и принципов моделирования, чтобы создавать точные, надежные и эффективные модели.

Инструмент анализа решения «Поиск решения» в Excel предоставляет ряд полезных показателей для оценки результатов оптимизации и анализа данных. Он автоматически генерирует три основных отчета для анализа и раскрытия возможностей улучшения решения.

Цель и задачи. Целью нашей работы было – испытать возможность решения задач комбинаторики при составлении оптимальных рецептов кормовых смесей, посредством использования искусственного интеллекта.

В задачи исследований входило:

1. Получить решение задачи на простую смесь (2 ингредиента по 2 показателям) путем текстовой формулировки задачи для бота ИИ.
2. Получить подробное описание решения от ИИ.
3. Написать компьютерную программу средствами ИИ для решения данного класса задач средствами языка программирования VBA и объектной модели Solver.Application от компании FrontLine Solver.

Основная часть. В качестве задачи для ИИ была выбрана простая смесь из двух ингредиентов: Зерно ячменя и соевый шрот. Необходимо разработать рецепт смеси, в которой уровень протеина составляет 18 % – найти соотношение указанных ингредиентов. Содержание протеина в ячмене составляет 11 %, а в шроте – 45 %. Несмотря на кажущуюся простоту задачи, от человека требуется знание математики и практические навыки составления математической модели, которая в данном случае состоит из двух линейных уравнений с двумя неизвестными. Далее нужно уметь решить такую модель и произвести проверку правильности решения. Но если даже простые модели (2*2, 3*3) иногда составляют проблему для специалистов зоотехнического профиля, то реальные задачи расчета смесей и комбикормов из большого

количества ингредиентов практически недоступны для решения без специального программного обеспечения. Цель использования искусственного интеллекта заключается именно в превращении текстового описания в математическую модель с дальнейшим её решением и предоставлением подробного описания этого решения. В нашем случае текстовая модель (формулировка задачи для ИИ) в общем виде выглядит как: «...Рассчитай соотношение двух ингредиентов в кормовой смеси для получения заданной концентрации в ней протеина...». Подробное описание процедуры взаимодействия с искусственным интеллектом представлено в разделе «Результаты исследований».

Постановка задачи для ИИ:

Реши задачу. Необходимо найти соотношение кормов в смеси из двух ингредиентов. Ячмень – содержит 11 % протеина, и шрот – содержит 45 % протеина. Смесь должна содержать 18 % протеина. Приведи подробное решение.

Ответ ИИ:

Для решения этой задачи можно использовать метод смешивания. Пусть x – это доля ячменя в смеси, а y – это доля шрота. Тогда у нас есть два уравнения:

1. $x + y = 1$ (потому что доля ячменя и шрота в смеси в сумме должна быть равна 1)

2. $0.11x + 0.45y = 0.18$ (потому что смесь должна содержать 18% протеина)

Решая эти два уравнения, мы получим значения x и y .

Преобразуем второе уравнение, выразив y через x :

$$0.45y = 0.18 - 0.11x$$

$$y = (0.18 - 0.11x) / 0.45$$

Теперь подставим y в первое уравнение:

$$x + (0.18 - 0.11x) / 0.45 = 1$$

Умножим все члены уравнения на 0.45:

$$0.45x + 0.18 - 0.11x = 0.45$$

$$0.34x + 0.18 = 0.45$$

$$0.34x = 0.45 - 0.18$$

$$0.34x = 0.27$$

$$x = 0.27 / 0.34$$

Теперь найдем y , подставив x в первое уравнение:

$$y = 1 - x$$

Таким образом, мы получим доли ячменя (x) и шрота (y) в смеси. Это и будет ответом на задачу.

«...Пожалуйста, проверьте мои вычисления, так как они могут содержать ошибки. Если у вас есть дополнительные вопросы, не стесняйтесь задавать их...».

Уточнение задачи для получения конкретного результата решения:

В итоге, сколько процентов ячменя и шрота надо взять для получения заданной кормосмеси?

Ответ III:

Продолжая наши вычисления, получим:

$$x = 0.27 / 0.34 \approx 0.7941$$

Это означает, что примерно 79.41 % смеси должен составлять ячмень.

Теперь найдем y, подставив x в первое уравнение:

$$y = 1 - x = 1 - 0.7941 \approx 0.2059$$

Это означает, что примерно 20.59 % смеси должен составлять шрот.

Таким образом, для получения кормовой смеси с 18 % содержанием протеина, вам потребуется примерно 79.41 % ячменя и 20.59 % шрота.

«...Пожалуйста, проверьте мои вычисления, так как они могут содержать ошибки. Если у вас есть дополнительные вопросы, не стесняйтесь задавать их...».

Следующей шагом нашей работы было поручить искусственному интеллекту написание программного кода для решения нашей модели в вычислительной среде Microsoft Excel. Вот что он написал:

```
Sub ПодключитьSolver() 'проверка подключения надстройки Solver
'Проверяем, подключена ли надстройка Solver
If Not Application.AddIns("Solver Add-In").Installed Then
MsgBox "Надстройка 'Поиск решения' (Solver) не установлена. Хотите установить ее сейчас?", vbQuestion + vbYesNo, "Подключение надстройки"
If vbYes Then
Application.AddIns.Add(FileName:="Solver.xlam").Installed = True
```

MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) успешно установлена.", vbInformation, "Установка завершена"

Else

MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) не была установлена.", vbExclamation, "Установка отменена"

End If

Else

MsgBox "Настройка 'Поиск решения' (Solver) уже установлена.", vbInformation, "Установка не требуется"

End If

End Sub

' Решение задачи по программ на VBA

Sub РешитьЗадачу()

Dim x As Double

Dim y As Double

Dim targetProtein As Double

Dim barleyProtein As Double

Dim mealProtein As Double

' Заданные значения протеина

targetProtein = Range("A1"). Value ' Желаемое содержание протеина в смеси

barleyProtein = Range("B1"). Value ' Содержание протеина в ячмене

mealProtein = Range("C1"). Value ' Содержание протеина в шроте

' Найдём соотношение кормов

SolverReset

SolverOk SetCell:="\$D\$1", MaxMinVal:=3, ValueOf:=targetProtein, ByChange:="\$E\$1:\$F\$1"

SolverAdd CellRef:="\$E\$1", Relation:=1, FormulaText:="1"

SolverAdd CellRef:="\$F\$1", Relation:=1, FormulaText:="1"

SolverSolve UserFinish:=True

' Получим результаты

x = Range("E1"). Value

y = Range("F1"). Value

' Выведем результаты

```
MsgBox "Доля ячменя (x): " & Format (x, "0.00 %") & vbNewLine & _  
"Доля шпота (y): " & Format (y, "0.00 %"), vbInformation, "Результат"
```

End Sub

Этот код был нами проверен на ПК. Предварительно исходные данные были введены в соответствующие ячейки электронной книги. Программа работает без ошибок. Решение находит правильное.

Заключение. 1. Использование искусственного интеллекта позволяет формализовать задачу без специальной математической подготовки и овладения навыками составления математических моделей смесей. Достаточно было словесного описания с указанием имеющихся параметров ингредиентов и требования к смеси.

2. Для автоматизации процесса решения (решения подобных моделей многократно) была написана программа на VBA. Программа была полностью сгенерирована искусственным интеллектом. При этом он использовал инструмент решения надстройку «Поиск решения».

3. Время, затраченное искусственным интеллектом на решение и подробное описание задачи, составило 12 секунд. Плюс время на передачу информации по сети интернет – приблизительно 10 секунд. Итого менее полминуты.

4. Время на написание программы на высокоуровневом языке программирования VBA плюс передача данных – приблизительно 40 секунд. Кроме того, 15 секунд было затрачено на подготовку процедуры проверки и подключения библиотеки математической надстройки «Solver».

ЛИТЕРАТУРА

1. Гаврилов Г. В. Моделирование структуры кормопроизводства сельскохозяйственного предприятия. Методические указания и индивидуальные задания. – М.: Издательство МСХА, 2005.

2. Горчаков А. А., Орлова И. В. Компьютерные экономико-математические модели. – М.: ЮНИТИ, 1995. – С. 26.

3. Джонс, М. Т и м. Программирование искусственного интеллекта в приложениях / М. Т. Джонс. – М.: ДМК-Пресс, 2006. – 312 с. – Парал. тит. л. на англ. яз. – Предм. указ.: С. 308–311. – Библиогр. в конце глав. – ISBN 5-94074-275-0.

4. Загорюлько Ю. А., Загорюлько Г. Б. Искусственный интеллект. Инженерия знаний: учеб. пособие для вузов; Новосиб. гос. ун-т. – М.: Юрайт, 2018. – 93 с.: табл. – (Университеты России). – Библиогр.: С. 88–91. – ISBN 978-5-534-07198.

5. Касторнова В. А. Системы искусственного интеллекта как технологическая основа решения задач обучения на примере предметной области «Информатика» // Педагогическая информатика. – 2018. – № 4. – С. 47–58.
6. Калинин И. А., Самылкина Н. Н. Интеллектуальные алгоритмы и искусственный интеллект // Информатика. – 2014. – № 10. – С. 38–47.
7. Копенкин Ю. И. Моделирование использования кормов на сельскохозяйственных предприятиях: Методическое пособие. – М.: Изд-во МСХА, 2004.
8. Кормление сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие / А. Я. Райхман, М. В. Шупик и др. – Горки: БГСХА, 2014. – 236 с.
9. Райхман А. Я. Приемы составления рационов с использованием персонального компьютера: методические указания. – Горки: БГСХА, 2006. – 56 с.
10. Райхман А. Я. Совершенствование системы кормления молочного скота средствами информационных технологий: монография. – Горки: БГСХА, 2013. – 152 с.
11. Райхман А. Я. Оптимизация рационов лактирующих коров при различном потреблении сухого вещества кормов // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: материалы XVI международной научно-практической конференции. – Горки, 2013, С. 292–296.
12. Райхман А. Я. Моделирование рационов лактирующих коров с использованием энергетических добавок // Сборник материалов научно-практической конференции «Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства». – Горки: БГСХА, 2014. – Выпуск 17. – С. 214–221.
13. Райхман А. Я. Эффективность использования объемных кормов разного класса качества в рационах лактирующих коров // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сборник научных трудов. – Горки: БГСХА, 2017. – Вып. 20. в 2 частях. – Ч. 1. – С. 247–256.
14. Рыбина Г. В. Основы построения интеллектуальных систем: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 080801 «Прикл. Информатика» и др. экон. спец. / Г. В. Рыбина. – М.: Финансы и статистика: ИНФРА-М, 2010. – 430 с.: ил. – Прил.: С. 376–414. – Библиогр.: С. 415–430. – ISBN 978-5-279-03412-3. – ISBN 978-5-16-004033-2.
15. Уваров А. Ю. Технологии искусственного интеллекта в образовании // Информатика и образование. ИНФО. – 2018. – № 4. – С. 14–22.
16. Ясницкий Л. Н. Введение в искусственный интеллект: учеб. пособие для студентов вузов, обучающихся по спец. 010100 «Математика». – М.: Academia, 2005. – 176 с.: ил. – (Высшее профессиональное образование) (Учебное пособие) (Информатика и вычислительная техника). – 2-я и 3-я сер. указ. на обл. – На обороте тит. л.: Изд. центр «Академия». – ISBN 5-7695-1958-4.

**ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ
ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ
«АНПРОСОЛ АМИНОБЕТА» В ОАО «ЗНАМЯ ТРУДА»
МСТИСЛАВСКОГО РАЙОНА**

О. Г. ЦИКУНОВА, Н. А. ПРИБЫЛЬСКАЯ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 20.02.2024)

Приведены результаты исследований по зоотехнической и экономической эффективности применения кормовой добавки «Анпросол Аминобета» в рационе молодняка крупного рогатого скота. Кормовая добавка выполняет целый ряд наиважнейших функций в организме животных и птицы и представляет собой многокомпонентную смесь водорастворимых витаминов и аминокислот. Синергизм действия витаминов и аминокислот нормализует функции различных ферментных систем организма, что положительно влияет на обмен веществ и повышает естественную резистентность организма, улучшается среднесуточный прирост и сохранность поголовья. «Анпросол Аминобета» не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов. Кормовую добавку применяют для нормализации работы печени, обмена веществ и повышения естественной резистентности у сельскохозяйственных животных и птицы в период интенсивного роста, а также в качестве антистрессового средства при вакцинации, восстановления кишечной микрофлоры.

Исследованиями установлено, что данная добавка положительно влияет на рост и сохранность телят, а ее применение является экономически выгодным. Анализируя показатели роста телят, следует отметить, что лучше росли телята опытной группы по сравнению с контрольной группой. К концу профилактичного периода живая масса телят опытной группы составила 82,1 кг, а контрольной – 80,5 кг, что на 1,6 кг ниже по сравнению с телятами опытной группы. Аналогичная закономерность прослеживается и по среднесуточному приросту живой массы телят. Так, среднесуточный прирост живой массы, на протяжении всего опыта был выше в опытной группе, по сравнению с контролем. За период от рождения до завершения профилактичного периода в опытной группе составил 825,0 г, что на 36,7 г больше, чем в контрольной группе.

Ключевые слова: *телята, кормовая добавка, «Анпросол Аминобета», витамины, аминокислоты, интенсивность роста, сохранность.*

The results of studies on the zootechnical and economic efficiency of using the feed additive “Anprosol Aminobeta” in the diet of young cattle are presented. The feed additive performs a number of the most important functions in the body of animals and poultry and is a multicomponent mixture of water-soluble vitamins and amino acids. The synergism of the action of vitamins and amino acids normalizes the functions of various enzyme systems of the

body, which has a positive effect on metabolism and increases the natural resistance of the body, improving the average daily growth and safety of livestock. "Anprosol Aminobeta" does not contain genetically modified products. The feed additive is used to normalize liver function, metabolism and increase natural resistance in farm animals and poultry during periods of intensive growth, as well as as an anti-stress agent during vaccination and restoration of intestinal microflora.

Research has established that this additive has a positive effect on the growth and safety of calves, and its use is economically beneficial. Analyzing the growth indicators of calves, it should be noted that the calves of the experimental group grew better compared to the control group. By the end of the preventive period, the live weight of calves in the experimental group was 82.1 kg, and in the control group – 80.5 kg, which is 1.6 kg lower compared to calves in the experimental group. A similar pattern can be seen in the average daily increase in live weight of calves. Thus, the average daily increase in live weight throughout the experiment was higher in the experimental group compared to the control. During the period from birth to the end of the preventive period in the experimental group it was 825.0 g, which is 36.7 g more than in the control group.

Key words: calves, feed additive, "Anprosol Aminobeta", vitamins, amino acids, growth rate, safety.

Введение. Одним из основных условий интенсивного ведения животноводства на промышленной основе является обеспечение высокой продуктивности животных. Высокая продуктивность – это прежде всего генетически обусловленная способность организма эффективно трансформировать питательные вещества кормов в продукты животноводства [6].

Одной из серьезнейших причин, сдерживающих развитие животноводства и наносящих ему значительный ущерб, остается заболеваемость молодняка.

По причине мертворождений (5–6 %), аборт (1–1,5 %), падежа новорожденных (10–11 %), вынужденного убоя телят (17–18 %), а также яловости коров (23–25 %) хозяйства республики ежегодно недополучают около 36–40 % телят [3].

Высокая продуктивность животных обуславливается интенсивностью течения процессов обмена веществ и напряженной функциональной деятельностью всех органов и систем.

Однако у высокопродуктивных животных чистопородных линий стали все чаще выявляться такие нежелательные качества, как изнеженность, повышенная стресс чувствительность, патологическое реагирование даже на неблагоприятное воздействие внешней среды [2].

Жизнеспособность и здоровье новорожденных телят зависят от наследственности и условий окружающей среды. Для телят в период их утробного развития внешней средой является организм матери. Биологической наукой доказано, что генетический пик адаптационных

возможностей организмов каждого вида строго предопределен. Однако направленная селекция существенно деформировала его у животных. В связи с этим уменьшились возможности приспособления животных к изменяющимся условиям экологической среды, и ослабилась защита их организмов от самых различных неблагоприятных воздействий [4].

Поэтому успешное ведение высокопродуктивного животноводства предусматривает безусловное соблюдение человеком по отношению к сельскохозяйственным животным ряда условий, практически отрывающих их от природной среды обитания и приближающих к биологической машине, производящей продукцию.

В связи с этим возникла необходимость в разработке новых подходов к пониманию причин и механизмов возникновения патологии, животных в современных условиях для обоснования более эффективной стратегии ветеринарной защиты их здоровья и сохранения высокой продуктивности.

Правильное кормление животных – это основа качественной сельскохозяйственной продукции. Рацион поголовья должен включать необходимое количество питательных веществ, витаминов, минералов и других биологически активных соединений. Кормовые добавки для животных помогут сбалансировать рацион. Специальные смеси делают рацион полноценным, помогут повысить экономические показатели сельхозпредприятия, улучшить качество готовой продукции [5].

Обогащение рационов комплексом биологически активных веществ является простой и в тоже время эффективной возможностью повысить продуктивность сельскохозяйственных животных в целом, и молодняка крупного рогатого скота, в частности [1].

Высокая скорость роста, интенсивный обмен и недостаточное развитие преджелудков отличают этих животных повышенной требовательностью к качеству кормления. Для правильного роста, развития и набора веса телятам необходим тщательно подобранный и сбалансированный рацион. В большинстве случаев не удастся обойтись без специальных добавок, способствующих правильному развитию каждого теленка, увеличению показателей массы и качества получаемого молока.

К числу высокоэффективных биологически активных веществ относится и кормовая добавка «Анпросол Аминобета», которая выполняет целый ряд наиважнейших функций в организме животных и птицы.

Кормовую добавку применяют для нормализации работы печени, обмена веществ и повышения естественной резистентности у сельскохозяйственных животных и птицы в период интенсивного роста, а также в качестве антистрессового средства при вакцинации для восстановления кишечной микрофлоры.

Кормовая добавка представляет собой многокомпонентную смесь водорастворимых витаминов и аминокислот. Кормовая добавка не содержит генно-инженерно-модифицированных продуктов.

В качестве действующего вещества в 1 литре содержится: витамин В₁ – 10 000 мг, витамин В₂ – 4 000 мг, витамин В₆ – 4 000 мг, витамин В₁₂ – 20 мг, витамин Н – 10 мг, D-пантотеновая кислота – 22 000 мг, витамин РР (В₅) – 45 000 мг, инозит (витамин В₈) – 5 500 мг, холин-хлорид – 200 000 мг, L-триптофан – 30 мг, L-лизин – 3000 мг, L-валин – 700 мг, L-аргинин – 1800 мг, DL-метионин – 500 мг, L-изолейцин – 400 мг, L-треонин – 500 мг, L-лейцин – 800 мг, L-фенилаланин – 800 мг, вспомогательное вещество: вода до 1 л.

Биологические свойства компонентов входящих в состав кормовой добавки «Анпросол Аминобета»:

Витамин В₁ принимает участие в водном, углеводном, белковом и фосфорном обмене. Участвует в передаче нервных импульсов и нервного возбуждения. Предупреждает окисление витаминов С и В₆, участвует в синтезе гликогена, жиров, белка, нуклеиновых кислот, стимулирует потребление корма создавая условия для нормального роста и развития сельскохозяйственных животных и птицы.

Витамин В₂ входит в состав 30 окислительно-восстановительных процессов, участвует в процессе всасывания и использования жиров, построении молекулы гемоглобина. Влияет на правильный обмен белков и углеводов.

D-пантотеновая кислота является активной частью многих ферментов, тесно связана с обменом многих витаминов группы В.

Холин-хлорид – носитель мобильных метильных групп. Является составным элементом фосфолипидов. Холин необходим для нормального созревания хрящевой ткани и предотвращения расклева, участвует в жировом обмене печени, предупреждая жировую дистрофию.

Витамин РР (В₅) в организме превращается в пантотеновую кислоту и приобретает его функцию. Стимулирует секреторную функцию пищеварительных желез, играет большую роль в липидном обмене, метаболизме некоторых аминокислот, участвует в цикле Кребса.

Витамин В₆ участвует в синтезе и распаде аминокислот, жировом, белковом и энергетическом обмене, синтезе коллагена.

Инозит является составной частью липопротеинов, изменяет концентрацию кальция в цитоплазме клетки, активируя кальциевые каналы.

Витамин В₁₂ регулирует процесс кроветворения, оказывает метионинсберегающее действие, необходим для нормальной деятельности слизистой желудочно-кишечного тракта.

Витамин Н входит в состав ряда ферментов, участвует в углеводном обмене, обмене холестерина и нуклеиновых кислот, развитии иммунитета против инфекционных болезней.

Аминокислоты являются негидролизуемыми протеидами, содержащими в своей структуре функциональные ацидогруппы – СООН и функциональные группы первичных аминов – NH₂, участвуют в образовании нейромедиаторов, обладают антидепрессантной активностью, участвуют в образовании и накоплении гликогена в мышцах и печени, входят в состав белков и способствуют наращиванию мышечной массы. Стимулируют работу гипофиза, увеличивают выработку гормона роста, принимают участие в кроветворении, и прежде всего в выработке гемоглобина.

Синергизм действия витаминов и аминокислот нормализует функции различных ферментных систем организма, что положительно влияет на обмен веществ и повышает естественную резистентность организма, улучшается среднесуточный привес и сохранность поголовья.

По внешнему виду кормовая добавка представляет собой прозрачную жидкость от светло-коричневого до темно-коричневого цвета, хорошо растворимую в воде.

Расфасована кормовая добавка в канистры из полимерных материалов, укупоренных закручивающимися крышками, по 5 л и 10 литров. Производитель – компания «СHEMIFARMA S.p.A.», Италия.

Цель работы – изучение влияния кормовой добавки «Анпросол Аминобета» на рост и сохранность телят в ОАО «Знамя труда» Мстиславского района.

Основная часть. Для проведения данного опыта были сформированы 2 группы (контрольная и опытная) телят по 15 голов в каждой. Формировались группы с учетом живой массы, возраста, пола, клинического состояния.

Телята контрольной группы получали основной рацион, а опытной группе дополнительно к рациону выпаивали перорально с водой кор-

мовую добавку «Анпросол Аминобета» в течение 10 дней, из расчета 5 мл на голову в сутки. Продолжительность опыта составила 60 дней.

В летний период рацион телят состоит из молочных кормов, концентратов и зеленого корма. В качестве минеральной подкормки телятам дают поваренную соль, мел.

Для предупреждения расстройства пищеварения, зеленый корм скармливают в подвяленном виде.

Концентраты и зеленую массу давать телятам начинают с 20–21 дня жизни. Молоко дают до восьмой декады третьего месяца жизни.

За 2 месяца исследований, согласно схеме, телята получили 360 литров молока, 16 кг кукурузы, 18 кг комбикорма, а также добавки мела 700 г и соли – 400 г.

Содержат телят в индивидуальных деревянных клетках телятника размером 120х100х120 сантиметров, задняя стенка клетки открывается наружу, со стороны кормового прохода клетки решетчатые, пол в клетке застилается соломой, имеются гнезда для ведер, устроены кормушки для сена и концентратов.

На протяжении опыта в контрольной и опытной группах учитывали живую массу телят при рождении, 30- и 60-дневном возрасте, частоту их заболеваемости.

По окончании профилакторного периода в возрасте 60 дней учитывали следующие показатели:

- сохранность молодняка в течение профилакторного периода;
- абсолютный прирост за профилакторный период;
- среднесуточный прирост за профилакторный период.

Рассчитывали экономический эффект от применения кормовой добавки «Анпросол Аминобета».

Цифровой материал, полученный по результатам исследования, обработан методом биометрической статистики с помощью программного пакета Microsoft Excel.

Живая масса – один из важнейших показателей мясной продуктивности, который характеризуется количеством мяса и количеством туш, полученных от животного за определенный интервал времени.

При проведении исследований контроль над ростом телят по живой массе проводили во время контрольных взвешиваний по периодам выращивания. Динамика живой массы телят представлена в табл. 1.

Таблица 1. Динамика живой массы телят, кг

Группы телят	Живая масса, кг		
	при рождении	30 дней	60 дней
контрольная	33,2± 0,51	54,3± 0,42	80,5± 0,58
опытная	32,6± 0,54	55,4± 0,47	82,1± 0,52

Анализируя показатели роста телят, следует отметить, что лучше росли телята опытной группы. К концу профилактичного периода живая масса телят опытной группы составила 82,1 кг, а контрольной – 80,5 кг, что на 1,6 кг ниже по сравнению с телятами опытной группы.

Аналогичная закономерность прослеживается и по среднесуточному приросту живой массы телят.

Данные об изменении среднесуточных приростов телят представлены в табл. 2.

Таблица 2. Динамика среднесуточных приростов живой массы телят, г

Среднесуточный прирост, г	Группа животных	
	Контрольная	Опытная
За 1 месяц	703,3±5,0	760,0±4,8
За 2 месяца	873,3±5,5	890,0±5,7
За весь период	788,3± 8,0	825,0± 9,0

Как видно из данных таблицы, в возрасте 1 месяца среднесуточный прирост в опытной группе составил 760 г, а в контрольной – 703,3 г, что на 8,1 % выше у телят опытной группы по сравнению с контрольной.

В возрасте 2 месяцев среднесуточный прирост в опытной группе составил 890 г, а в контрольной – 873,3 г, что на 16,7 г выше у телят опытной группы по сравнению с контрольной.

За период от рождения до завершения профилактичного периода среднесуточный прирост живой массы телят был наиболее высоким в опытной группе в сравнении с контрольной. Так, среднесуточный прирост живой массы в опытной группе составил 825,0 г, что на 36,7 г больше, чем в контрольной группе.

Поскольку главной и, по сути, единственной продукцией, получаемой от коровы, является молоко и теленок, то основное влияние при развитии скотоводства должно уделяться сохранности полученного приплода.

В контрольной группе наблюдались случаи желудочно-кишечных заболеваний, однако сохранность телят в период выращивания, с мо-

мента рождения и до 60-дневного возраста, в контрольной и опытной группах составила 100 %.

Заключение. В результате исследований установлено, что кормовая добавка «Анпросол Аминобета» положительно влияет на рост и сохранность телят, а ее применение с целью профилактики недостатка в рационе у молодняка крупного рогатого скота витаминов и аминокислот является экономически выгодным. Так, в опытной группе, в которой применяли кормовую добавку, получено 2,2 кг дополнительного прироста живой массы, что позволило получить дополнительный доход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мазоло Н. В., Медведский В. А. Рекомендации по выращиванию телят профилактического периода на открытых площадках. – Витебск: ВГАВМ, 2010. – 12 с.
2. Марусич А. Г., Портной А. И., Василевская О. А. Выращивание молодняка крупного рогатого скота (от рождения до 6-месячного возраста): рекомендации. – Горки: БГСХА, 2017. – 28 с.
3. Гигиена содержания телят: учеб. – метод. пособие для студентов биотехнологического факультета по специальности 1–74 03 01 «Зоотехния» / В. А. Медведский и др. – Витебск: ВГАВМ, 2017. – 28 с.
4. Плященко С. И., Сидоров В. Т., Трофимов А. Ф. Получение и выращивание здоровых телят. – М: Ураджай, 2012. – 22 с.
5. Приемы повышения продуктивности молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков и др. – Жодино, 2010. – 244 с.
6. Технологические требования по выращиванию телят: рекомендации / Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь // Белорусское сельское хозяйство. – 2014. – 32 с.

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ЗАМЕНИТЕЛЯ ОБЕЗЖИРЕННОГО МОЛОКА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ И ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕЛЯТ МОЛОЧНОГО ПЕРИОДА

Г. Н. РАДЧИКОВА, А. Н. КОТ, Н. В. ПИЛЮК

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222160*

А. Г. МАРУСИЧ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 22.02.2024)

В статье рассматриваются результаты научных исследований по изучению влияния скармливания заменителя обезжиренного молока на продуктивность и физиологическое состояние телят молочного периода. В результате научно-хозяйственных опытов установлено, что кормление животных рационами, сбалансированными по таким важным элементам питания, как протеин, энергия, макро- и микроэлементы может обеспечить значительное повышение эффективности использования кормов, увеличение производства продукции животноводства и снижение ее себестоимости. Использование заменителя обезжиренного молока с включением 10 % в состав комбикорма племенному молодняку в возрасте 61–90 дней в период выращивания способствовало повышению среднесуточного прироста на 3,6 % при снижении затрат кормов на 2,2 % по сравнению с контрольными аналогами. При этом отмечалось повышение в крови опытного молодняка крупного рогатого скота концентрации эритроцитов – на 2,4 %, лейкоцитов – 2,9 %, гемоглобина – на 2,4 %, кальция на – 2,6 %, фосфора на – 6,0 %, снижение содержания мочевины на – 4,0 %.

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, цельное молоко, заменитель цельного молока, заменитель обезжиренного молока, рацион, кровь, продуктивность, экономическая эффективность.*

The article discusses the results of scientific research into skim milk replacer feeding on the productivity and physiological state of calves during the dairy period. As a result of scientific and economic experiments, it has been established that feeding animals with diets balanced in such important nutritional elements as protein, energy, macro- and microelements can provide a significant increase in the efficiency of feed use, an increase in livestock production and a reduction in its cost. The use of a skim milk replacer with the inclusion of 10 % in the feed for breeding young animals aged 61–90 days during the growing period contributed to an increase in average daily growth by 3.6 % while reducing feed costs by 2.2 % compared to

control analogues. At the same time, in the blood of experimental young cattle there was an increase in the concentration of erythrocytes – by 2.4 %, leukocytes – by 2.9 %, hemoglobin – by 2.4 %, calcium – by 2.6 %, phosphorus – by 6.0 %, urea content was reduced by 4.0 %.

Key words: young cattle, whole milk, whole milk substitute, skim milk substitute, diet, blood, productivity, economic efficiency.

Введение. Технология выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота с учетом его биологических особенностей должна способствовать нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции, продлению сроков хозяйственного пользования животных.

У ремонтных телок с раннего возраста необходимо развивать способность к потреблению большого количества грубых, сочных и зеленых кормов, ЗЦМ, раннему приучению их к потреблению объемистых и концентрированных кормов, что позволит значительно снизить затраты молока и экономическую эффективность выращивания ремонтных телок. В этих условиях важно осуществлять полноценное и сбалансированное кормление, базирующееся на удовлетворении потребностей растущих животных в энергии, питательных и биологически активных веществах по периодам роста [1].

Правильное выращивание телят имеет решающее значение для успешного молочного или мясного скотоводства. Только здоровые телята могут полностью использовать генетический потенциал для получения максимальной продуктивности.

Пищеварительная система новорожденных телят отличается незавершенностью развития: у них слабо развиты преджелудки. В первые три недели жизни теленка соотношение объемов рубца и сычуга составляет 1:2; у 6-недельного – 2:3; у 8-недельного – 3:2; у 10-недельного – 2:1. А у взрослого животного на сычуг приходится только 8 % общей емкости желудка, тогда как на рубец – 80 % [3–4].

В молочный период в качестве основных кормов скармливают жидкие молочные корма, остальная часть рациона состоит из комбикормов-стартеров, сена или травяной резки [5, 6]. Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастричного животного при одновременном целенаправленном стимулировании развития функции преджелудков за счет растительных кормов [7].

После рождения теленку необходимо, как можно раньше скормить первые порции молозива. Первые 10–15 суток теленок должен получать молозиво и молоко своей матери, а затем сборное молоко или

молоко коров-кормилиц. В большинстве хозяйств телятам дают цельное молоко или ЗЦМ. При использовании цельного и обезжиренного молока цельное скармливают в течение 1–2 мес., а обезжиренное до 4–5-месячного возраста [8, 9]. Выпаивать молоко необходимо из расчета 1 л на 5–6 кг живой массы животного до 10-дневного возраста 4 раза в сутки, а затем 3 раза. Максимальные суточные дачи молока приходятся на 2–3 декады, затем постоянно уменьшают. При скармливании телятам жидкого корма в больших количествах, а этот вид корма для телят младшего возраста наиболее привлекателен по вкусу, животные поедают относительно меньше сухих кормов. Со второго месяца телят постепенно приучают к растительным кормам [10].

Телята с момента рождения до 6-месячного возраста энергично растут, у них формируются костяк, мышечная система, внутренние органы, на что им требуется определенное количество энергии, питательных и биологически активных веществ.

В молочный период телочки должны давать прирост живой массы 550–800 г в сутки в зависимости от массы выращиваемых коров; бычки – 700–950 г в сутки в зависимости от массы выращивания производителей в 16-месячном возрасте [11].

До 2-месячного возраста телята должны получать корма с высокой биологической ценностью протеинов, пока недостаточно развит рубец и синтез микробного белка в преджелудках отсутствует или происходит очень слабо. В этот период практически невозможно обеспечить телят полноценным протеином без скармливания молока. С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма.

В послемолочный период молодняк переводят на растительные корма. В течение этого периода можно применять разные системы кормления: однотипное кормление в течение всего года, когда животным дают сбалансированный монокорм, состоящий из измельченных и смешанных в заданных пропорциях кормов разного вида, или сезонного кормления с набором соответствующих кормов. Обычно программы кормления рассчитаны на использование 3–4 видов кормов с получением кормосмесей [12].

При выращивании ремонтного молодняка (телок) выделяют:

- молочный период, начинающийся с рождения теленка и до 3–4 месяцев;
- послемолочный период с 3–4 месяцев до 6 месяцев;

- с 6 месяцев до года – период интенсивного роста;
- с года и старше (предслучной, случной, до перевода в нетель) [13].

Выращивание телят до 6-месячного возраста проводится по схемам кормления, которые представляют собой набор рационов на каждую декаду. Связано это с тем, что телята быстро растут, им необходима частая смена рационов. Кроме того, для телят используют дефицитные молочные и концентрированные корма, расход которых планируется заранее. При составлении схем учитывают нормы кормления, планы роста, цель выращивания, а также наличие кормов в хозяйстве. Системы кормления и рационы должны обеспечить нормальный рост и развитие молодняка. В первые 10–15 дней после рождения основным кормом для теленка является молоко. Однако молоко является ценным продуктом питания людей, поэтому его надо экономно использовать на кормовые цели [14].

Затраты на выращивание молодняка при использовании чисто молочных программ кормления достаточно велики. На выпойку одного теленка обычно требуется 250–500 кг цельного молока. Расходование на выпойку молодняка значительных количеств молока наряду с удорожанием выращивания животных ведет к резкому снижению товарности молока и исключает его из сферы непосредственного использования человеком. Использование ЗЦМ при выращивании телят позволяет сократить срок выпойки молока до 7–10 дней, а его количество до 50–60 кг на голову. В масштабах республики экономия молока составит более 400 тыс. тонн [15].

Однако для успешного применения заменителей цельного молока необходимо придерживаться определенных требований. По питательной ценности ЗЦМ должны быть эквивалентны цельному молоку, а по отдельным показателям превосходить его. Нельзя полностью заменять все компоненты молока растительными.

На протяжении молочного периода для выпойки телят желательно использовать несколько заменителей, в зависимости от их возраста.

ЗЦМ, предназначенные для телят до 30-дневного возраста, должны содержать 40–43 % лактозы, не более 0,5 % клетчатки, 20–25 % протеина, из которого на долю молочного белка должно приходиться не менее 60 %.

Необходимость использования ЗЦМ также обусловлена:

- они просты в приготовлении и легко дозируются;

- удобны при транспортировке и хранении (срок хранения намного больше, чем у цельного молока);

- большее содержание витаминов и минералов, чем в цельном молоке [16, 17].

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки телят, предусматривающую скормливание молочных кормов на протяжении 4 месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2–3 месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [18].

Цель работы – изучить влияние скормливания заменителя обезжиренного молока на продуктивность и физиологическое состояние телят молочного периода

Задачи исследований:

- изучить химический состав кормов, используемых в кормлении телят в молочный и послемолочный периоды;

- разработать схемы кормления телят в молочный и послемолочный периоды с использованием цельного молока и его заменителей, а также с разной продолжительностью молочного периода;

- определить интенсивность протекания обменных процессов путем анализа морфологических показателей крови подопытных животных;

- установить влияние разработанных схем кормления молодняка крупного рогатого скота на показатели рубцового пищеварения в послемолочный период;

- изучить динамику живой массы подопытных животных, выращиваемых с использованием цельного молока и его заменителей и с разной продолжительностью молочного периода;

- определить затраты кормов и эффективность использования их на производство продукции.

Основная часть. Для выполнения поставленных задач были отобраны образцы кормов, используемые в кормлении животных (молочные корма, комбикорма КР-1, КР-2, силосно-сенажная смесь, сено злаковое). Химический анализ кормов проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методам зоотехнического анализа. В кормах определяли: влагу по ГОСТ

13496.3-92; кальций, фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97); общий азот (ГОСТ 13496.4-93), сырую клетчатку (13496.2-91), сырой жир (13492.15-97), сырую золу (26226-95), сухое и органическое вещество по методикам (Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленьякая, 1981; Е. А. Петухова, 1989) [19–21].

Исследования проводились в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на МТК и МТФ «Березовица» с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов [22] по схеме, представленной в табл. 1.

Таблица 1. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
1- контрольная	10	29	Основной рацион (ОР) – сено, силосно-сенажная смесь, комбикорм КР-1, комбикорм КР-2 с включением 10% СОМ по массе
2 - опытная	10	29	ОР + комбикорм КР-2 с включением 10% ЗОМ по массе

Все подопытное поголовье (телята в возрасте 61–90 дней) находилось в одинаковых условиях содержания.

Различие в кормлении подопытных животных в первом научно-хозяйственном опыте заключалось в том, что животным контрольной группы скармливали комбикорм КР-2 с включением 10 % сухого обезжиренного молока по массе, а опытной – комбикорм КР-2 с включением 10 % заменителя обезжиренного молока, соответственно.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

- химический состав и питательность кормов – путем исследования их образцов;
- поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков – один раз в 10 дней;
- контроль за физиологическим состоянием животных и протекающих в организме обменных процессов, осуществлялся путем взятия в конце опытов крови у 3 животных из каждой группы и исследования её показателей: морфологический состав – эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, тромбоциты и гематокрит – анализатором URIT (в цельной кро-

ви); в сыворотке крови: общий белок, мочеви́на, глюкоза, Са, Р – анализатором ACCENT 200;

– интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта;

– экономическая эффективность определялась по следующим показателям: себестоимость производства продукции, затраты кормов на производство продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

Кормление животных рационами, сбалансированными по таким важным элементам питания, как протеин, энергия, макро- и микроэлементы могут обеспечить значительное повышение эффективности использования кормов, увеличение производства продукции животноводства и снижение ее себестоимости.

Для выполнения поставленных задач была изучена питательная ценность покупных кормов (заменитель цельного молока, заменитель обезжиренного молока, комбикорм КР-2), отобраны образцы и исследованы корма, используемые в кормлении ремонтного молодняка крупнорогатого скота (табл. 2).

Таблица 2. Химический состав кормов

Показатель	ЗЦМ	ЗОМ	Цельное молоко	Сено злаковое	Сенаж	Силос	Комбикорм КР-1	Комбикорм КР-2
Сухое вещество, г	948,0	896,0	134,0	877,1	392,0	326,0	888,0	898,0
Сырой протеин, г	208,6	337,1	34,5	127,7	58,8	23,8	173,2	124,0
Сырой жир, г	116,0	60,9	36,0	19,3	11,1	8,34	32,6	22,9
Зола, г	61,6	60,9	–	78,1	46,6	18,3	42,6	34,1
Сырая клетчатка, г	–	–	–	227,2	116,47	70,1	42,6	58,4
БЭВ, г	561,9	488,7	48,5	48,5	159,1	205,5	597,0	658,6

Изучение химического состава заменителя обезжиренного молока показало, что: в 1 кг данного корма содержалось 896,0 г сухого вещества, 337,1 г сырого протеина, 9,22 г сырого жира, 60,9 г золы, 488,7 г БЭВ; в заменителе цельного молока количество сухого вещества составляло 948 г, сырого протеина – 208,6 г, сырого жира – 116,0 г, золы – 61,6,0 г, БЭВ – 561,9 г.

По данным химического анализа установлено, что содержание основных питательных веществ в одном килограмме цельного молока составляло: сухого вещества – 134 г, сырого протеина – 34,5 г, сырого жира – 36 г, БЭВ – 48,5 г. В одном килограмме сенажа разнотравного основных питательных веществ содержалось: сухого вещества – 392 г, сырого протеина – 58,8 г, сырого жира – 11,1 г, сырой клетчатки – 116,4 г, золы – 46,6 г, БЭВ – 159,1 г; в 1 кг натурального корма сена злакового используемого в рационах телят, количество сухого вещества – 877,1 г, сырого протеина – 127,7, сырого жира – 19,3, сырой клетчатки – 227,2 золы – 78,1 БЭВ – 425,9 г.

В килограмме кукурузного силоса, используемого при выращивании телят, содержалось: 326 г сухого вещества, 23,8 г сырого протеина, 70,1 г сырой клетчатки, 8,34 г сырого жира, 18,3 г золы, 205,5 г БЭВ.

Содержание основных питательных веществ в 1 кг комбикорма КР-2 составило: сухое веществ – 898 г, сырой протеин – 124 г, сырой жир – 22,9 г, сырая клетчатка – 58,4 г, зола – 34,1 г, БЭВ – 658,6 г.

На основе зернофуража, сухого обезжиренного молока, заменителя обезжиренного молока приготовлены опытные комбикорма КР-2 для молодняка в возрасте 61-90 дней. Различия в кормлении заключалось в том, что животные контрольной группы получали комбикорм КР-2 с включением 10 % сухого обезжиренного молока по массе, а опытной – заменитель обезжиренного молока (табл. 3).

Основными кормами для молодняка крупного рогатого скота в научно-хозяйственном опыте при включении 10 % молочных кормов в составе комбикорма КР-2 являлись: сухое обезжиренное молоко, заменитель обезжиренного молока, в составе комбикорма, сено злаковое, силосно-сенажная смесь. Учитывая незначительные колебания в количестве потребленных кормов, питательная ценность и химический состав рационов имели некоторые различия (табл. 2). Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона молодняка подопытных групп составила 10,3–10,1 %. Количество основных питательных веществ в сухом веществе находилось на уровне: клетчатки – 15,1 %, жира – 2,5 %, сахара – 3,32–3,30 %.

При проведении исследований по изучению эффективности использования сухого обезжиренного молока в составе комбикорма КР-2 с включением 10 % по массе (1-я группа) и заменителя обезжиренного молока в составе комбикорма КР-2 с включением 10 % по массе (2-я

группа) телятам в возрасте 61–90 дней, изучены показатели крови подопытных животных, представленные в табл. 4.

Полученные данные свидетельствуют о том, что все показатели находились в пределах физиологических норм. При этом отмечалось повышение концентрации эритроцитов – на 2,4 %, лейкоцитов – 2,9 %, гемоглобина – на 2,4 %, кальция на – 2,6 %, фосфора на – 6,0 %, снижение содержания мочевины на – 4,0 %.

Таблица 3. Среднесуточный рацион молодняка (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	1		2	
	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-1	0,2	8,2	0,2	8,1
Комбикорм КР-2	1,8	67,9	1,8	67,0
Сено злаковое	0,75	11,1	0,80	11,7
Силосно-сенажная смесь	2,0	12,8	2,1	13,2
В рационе содержится:				
Кормовых единиц	3,05		3,09	
Обменной энергии, МДж	32,9		33,3	
Сухого вещества, кг	3,2		3,3	
Сырого протеина, г	444,0		452,0	
Переваримого протеина, г	324,5		329,7	
Сырого жира, г	81,7		83,2	
Сырой клетчатки, г	481,9		498,1	
Крахмала, г	817,6		822,7	
Сахара, г	106,2		108,7	
Кальция, г	27,2		27,7	
Фосфора, г	15,9		16,1	
Натрия	1,0		1,0	
Магния, г	5,5		5,6	
Калия, г	39,8		40,8	
Серы, г	4,9		5,0	
Железа, мг	740,5		765,4	
Меди, мг	32,3		32,5	
Цинка, мг	128,0		130,5	
Марганца, мг	173,7		178,6	
Кобальта, мг	3,94		3,97	
Йода, мг	2,2		2,2	
Каротина, мг	76,5		79,9	
Витамина А, тыс. МЕ	72,0		73,4	
Витамина D, тыс. МЕ	391,4		407,2	
Витамина Е, мг	171,2		176,0	

Таблица 4. **Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 88 дней**

Показатель	Группа	
	1	2
Эритроциты, $10^{12}/л$	$7,80 \pm 0,22$	$7,99 \pm 0,3$
Лейкоциты, $10^9/л$	$9,42 \pm 4,87$	$9,69 \pm 1,92$
Гемоглобин, г/л	$123 \pm 5,13$	$126 \pm 3,21$
Общий белок, г/л	$75,7 \pm 0,6$	$74,7 \pm 2,8$
Глюкоза, ммоль/л	$4,1 \pm 0,3$	$4,3 \pm 0,2$
Мочевина, ммоль/л	$3,29 \pm 0,34$	$3,16 \pm 0,14$
Кальций, ммоль/л	$2,68 \pm 0,24$	$2,75 \pm 0,01$
Фосфор, ммоль/л	$2,82 \pm 0,06$	$2,99 \pm 0,02$
Тромбоциты, $10^9/л$	$379,3 \pm 14,2$	$352,7 \pm 111,4$
Гематокрит, %	$21,0 \pm 0,7$	$26,2 \pm 7$

Изучение динамики роста живой массы подопытных телят (табл. 5) в научно-хозяйственном опыте показало, что скармливание комбикормов с включением СОМ в первой группе и ЗОМ в количестве 10 % по массе во второй группе, позволило телятам опытной группы увеличить показатель живой массы по отношению к контрольным аналогам.

Таблица 5. **Изменение живой массы и среднесуточные приросты**

Показатель	Группа	
	1	2
Живая масса в начале опыта, кг	$78,9 \pm 3,0$	$78,7 \pm 2,7$
в конце опыта, кг	$103,6 \pm 3,22$	$104,3 \pm 2,95$
Валовой прирост, кг	$24,7 \pm 0,58$	$25,6 \pm 0,92$
Среднесуточный прирост за опыт, г	$853,0 \pm 19,9$	$884,0 \pm 31,6$
% к контролю	100,0	103,6
Затраты кормов на кг прироста, корм. ед.	3,58	3,50

Затраты кормов на получение прироста животных опытной группы снизились на 2,2 % по отношению к контролю. Скармливание комбикорма КР-2 с вводом заменителя обезжиренного молока в количестве 10 % по массе, телятам второй опытной группы, позволило получить среднесуточный привес на уровне 884 г, или выше на 3,6 % в сравнении с контрольными аналогами (рис. 1).

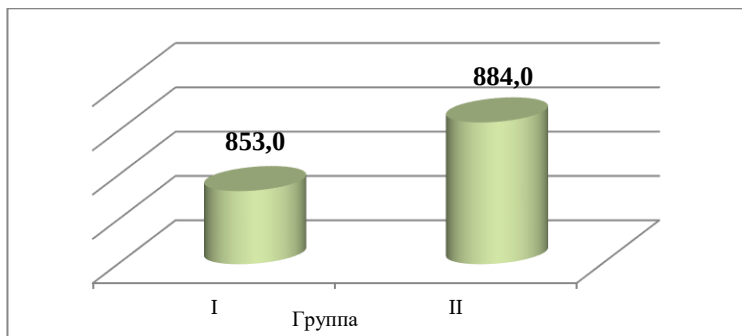


Рис. 1. Среднесуточный прирост, г

На основании результатов контрольных кормлений при взвешивании подопытных животных, определена экономическая эффективность выращивания молодняка в возрасте 61–90 дней (табл. 6).

Таблица 6. Экономическая эффективность использования заменителя обезжиренного молока для племенного молодняка

Показатель	Группа	
	1	2
Стоимость ЗОМ, руб./кг	–	3,12
Стоимость СОМ, руб./кг	9,0	–
Стоимость комбикорма КР-1, руб./кг	1,56	1,56
Стоимость комбикорма КР-2, руб. кг	0,68	0,62
Стоимость сена, руб./кг	0,11	0,11
Стоимость сенажа, руб./кг	0,05	0,05
Стоимость суточного рациона, руб./гол.	1,86	1,77
Затраты кормов за период опыта, корм.ед.	88,5	89,6
Стоимость рациона за опыт, руб.	53,9	51,3
Прирост живой массы за период опыта, кг	24,7	25,6
Стоимость 1 корм.ед., руб.	0,61	0,57
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	2,18	2,00
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	3,35	3,08

Исследованиями определено, что скармливание племенному молодняку в возрасте 61–90 дней заменителя обезжиренного молока привело к снижению стоимости суточного рациона на 4,8 %, себестоимости прироста – 8,1 %.

Вывод. Использование заменителя обезжиренного молока с включением 10 % в состав комбикорма племенному молодняку в возрасте 61–90 дней в период выращивания способствовало повышению

среднесуточного прироста на 3,6 % при снижении затрат кормов на 2,2 % по сравнению с контрольными аналогами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская и др. // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
2. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин и др.; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству, Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – 118 с.
3. Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Шевцов А. Н. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины. – 2004. – Т. 40. – № 2. – С. 205.
4. Панова В. А., Радчиков В. Ф., Лосев Н. В. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси. – 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
5. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич и др. // Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2021. – 21 с.
6. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, С. А. Ярошевич и др. // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159–163.
7. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай и др. // Современные технологии сельскохозяйственного производства. Сборник научных статей по материалам XXI Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2018. – С. 161–163.
8. Комбикорм КР-3 с экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарева, В. К. Гурин и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – Горки: БГСХА, 2014. – С. 114–123.
9. Радчиков В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота: монография. – Жодино, 2003. – 72 с.
10. Ляондышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
11. Радчиков В. Ф., Шнитко Е. А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-й междунар. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2013 г.). – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151–155.
12. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин и др. // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
13. Радчиков В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота: монография. – Барановичи, 2003. – 190 с.
14. Экструдированный обогатитель на основе льносемени и ячменной крупки в рационах телят / В. Ф. Радчиков, О. Ф. Ганущенко, В. К. Гурин и др. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Сер. аграрных навук. – 2015. – № 1. – С. 92–97.

15. Люндышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы. – Сборник материалов международной научно-практической конференции. – Горки, 2015. – С. 123–130.
16. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия: методические рекомендации / Н. А. Попков и др. // РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Жодино, 2015. – 92 с.
17. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко и др. // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
18. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков и др. // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии. Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуженного учёного Брянской области, Почётного профессора Брянского ГАУ, доктора сельскохозяйственных наук Гамко Леонида Никифоровича. – Брянск, 2021. – С. 263–271.
19. Лаврова Г. П., Машкина Е. И. Зоотехнический анализ кормов: учебное пособие к лабораторным занятиям для студентов зооинженерного факультета по специальности 310700 – «Зоотехния». – Барнаул: Изд-во АГАУ, 2006. – 30 с.
20. Мальчевская Е. Н., Миленья Г. С. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов. – Минск: Ураджай, 1981. – 143 с.
21. Петухова Е. А., Бессабарова Р. Ф., Холенева Л. Д. Зоотехнический анализ кормов. – М.: Агропромиздат, 1989. – 239 с.
22. Овсянников А. И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 302 с.

**ДИНАМИКА ВОЗРАСТНОГО ИЗМЕНЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОГО
И БИОХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА КРОВИ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ
ПРЕМИКСА «БУКАЧА» БЫЧКАМ**

Т. А. ИРГАШЕВ

*Институт животноводства и пастбищ ТАСХН,
г. Душанбе, Таджикистан*

Э. С. ШАМСОВ

*Таджикский аграрный университет имени Ш. Шотемур,
г. Душанбе, Таджикистан*

В. И. КОСИЛОВ

*Оренбургский государственный аграрный университет,
г. Оренбург, РФ*

(Поступила в редакцию 22.02.2024)

В статье представлены результаты исследований влияния бентонитсодержащего премикса «Букача» на динамику возрастного изменения морфологического и биохимического состава крови бычков таджикской черно-пестрой породы. Установлено, что содержание форменных элементов крови в некоторой степени зависит от уровня кормления животных как в целом за весь период, так и в отдельные возрастные периоды выращивания. Уже с 3-месячного возраста устанавливается тенденция к повышению этих показателей у животных при добавлении премикса «Букача» в рацион кормления по сравнению с аналогами, выращиваемыми при обычном хозяйственном рационе. По содержанию белка в сыворотке крови и резервной щелочности отмечены некоторые различия между животными, содержащимися при разном уровне кормовой добавки в зависимости от возрастного периода, что в основном связано с большей энергией роста животных. На соотношение белковых фракций и минеральных веществ уровень кормления бычков в разные периоды выращивания не оказал существенного влияния. Данные, полученные при изучении общего белка и его фракций, а также белкового коэффициента в сыворотке крови подопытных животных свидетельствуют о большей устойчивости промежуточного белкового обмена в организме растущих телят-бычков. Уровень белков, альбуминов, глобулинов в сыворотке крови бычков в различные периоды, а также белковый коэффициент были в пределах физиологической нормы. Активность трансаминаз, особенно аспартат-аминотрансферазы имеет тесную зависимость от интенсивности роста животных, тогда как белковая картина крови в большей степени зависит от уровня протеина в рационе. В опытной группе в условиях высокой температуры среды активность аспартат-аминотрансферазы была выше на 14,3 %, а содержание общего белка и всех белковых фракций, наоборот, было ниже, чем в контрольной.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, Таджикская черно-пестрая порода, бычки, премикс «Букача» летний рацион, морфология и биохимия крови.

The article presents the results of studies of the influence of the bentonite-containing premix "Bukacha" on the dynamics of age-related changes in the morphological and biochemical composition of the blood of bulls of the Tajik black-and-white breed. It has been established that the content of blood cells depends to some extent on the level of feeding of animals, both in general for the entire period and in individual age periods of rearing. Already from 3 months of age, a tendency is established to increase these indicators in animals with the addition of the Bukacha premix in the feeding ration compared to analogues raised on a regular farm diet. In terms of protein content in the blood serum and reserve alkalinity, some differences were noted between animals kept at different levels of feed additives depending on the age period, which is mainly due to the greater growth energy of animals. The level of feeding of bulls during different periods of growing did not have a significant impact on the ratio of protein fractions and mineral substances. Data obtained from studying total protein and its fractions, as well as the protein coefficient in the blood serum of experimental animals indicate greater stability of intermediate protein metabolism in the body of growing bull calves. The level of proteins, albumins, globulins in the blood serum of bulls at various periods, as well as the protein coefficient were within the physiological norm. The activity of transaminases, especially aspartate aminotransferase, is closely dependent on the growth rate of animals, while the protein picture of the blood largely depends on the level of protein in the diet. In the experimental group, under conditions of high environmental temperature, the activity of aspartate aminotransferase was 14.3 % higher, and the content of total protein and all protein fractions, on the contrary, was lower than in the control group.

Key words: cattle, Tajik black-and-white breed, bulls, Bukacha premix, summer diet, morphology and blood biochemistry.

Введение. Разнообразие приспособления животных к факторам среды вызвало необходимость изучения сложных изменений деятельности организмов, их физиологического состояния. Изучение особенностей приспособления к условиям питания и к экспериментальным факторам среды выявило наследственные особенности рефлекторной деятельности животных [1] (А. Д. Слоним, 1964). Выявленные формы приспособительных реакций животного организма к закономерности их формирования легли в основу современных представлений о физиологических механизмах адаптаций животного организма.

Физиологические системы крупного рогатого скота являются лабильными, обеспечивающими температурный гомеостаз в изменяющихся условиях среды. Это обеспечивает компенсаторным и интегрирующим функционированием дыхательной, сердечно-сосудистой, пищеварительной, выделительной и многих других систем организма. Основываясь на этих знаниях, физиологи, зоотехники и ветеринарные специалисты в своей практике и исследовательской работе широко используют температуру тела, частоту дыхания и число сердечных сокращений и на морфологический и биохимический состав крови.

Имеются сведения о влиянии высокой температуры внешней среды на биохимический состав крови [2, 3] (С. А. Палунин, А. В. Витомской, 1972; А. С. Шаталина, 1972).

Имеются сведения о снижении содержания сахара и гемоглобина в крови животных в условиях высокой температуры среды, о значительном сезонном различии в отношении глютамина, щелочной фосфатазы к гемоглобину.

Установлено, что при высокой температуре окружающей среды у крупного рогатого скота теплоотдача главным образом осуществляется испарением воды с кожи и дыхательных путей [4] (Ю. О. Раушенбах, П. Е. Ерохин, 1975). Теплоотдача испарением дорого обходится организму, так как оказывает неблагоприятное воздействие на кислотно-щелочное равновесие, вымывая из организма уголекислоту, вследствие этого отмечается дыхательный алкалоз, снижение резервной щелочности сыворотки крови и открытый кетоз, всасывается углекислый газ из рубца в кровь, выводится из организма со слюной и слизью до 50-80 г минеральных солей за сутки, что приводит к одной из наблюдаемых в тропиках причин минерального голодания животных.

Под влиянием высокой температуры внешней среды в этих условиях тормозится пищеварительная деятельность, что выражается в угнетении секреторной деятельности желудка и кишечника.

Условия жаркого климата на физиологические процессы крупного рогатого скота оказывает значительное влияние, о чем свидетельствует их напряженность [5, 6] (Т. А. Иргашев и др. 2017; Э. С. Шамсов и др. 2023), у животных повышается температура тела, снижается потребление корма, уменьшается молочная продуктивность и живая масса (С. Броди, 1959), снижается содержание инсулина и сухого вещества в организме, увеличивается общее содержание воды в организме, возрастает экскреция норадреналина с мочой [7] (Н. И. Солдатенков, 1973).

П. А. Коржув (1952) [8] указывает, что кровь, являясь жидкой тканью, поддерживает тесную связь со всеми органами и тканями: это как бы зеркало, в котором отражается динамика жизненных процессов.

Кровь представляет как бы ту внутреннюю среду, в которой происходит развитие и жизнедеятельность организма. Она отражает как общее устройство организма, его конституциональные особенности, так и его физиологическое состояние, связанное с отправлением жизненных функций и условиями жизни [9, 10] (Е. В. Эйдригевич, В. В. Раевская, 1978).

Состав крови непосредственно связан с интенсивностью окислительно-восстановительных реакций и обмена веществ в организме. Постоянная связь организма с окружающей средой осуществляется через кровь. Поэтому, наряду с другими показателями, состав и свойства крови, которые являются результатом сложных взаимодействий с внешней средой имеют важное значение.

Проблема изучения влияния характера кормления на обмен веществ животных имеет создание таких условий кормления, которые обеспечивают формирование физиологических, биохимических и морфологических признаков, лежащих в основе высокой их продуктивности.

Нас интересовало, какое влияние могут сказать на состав крови различия в кормлении животных в летний период.

Основная часть. Опыты по сравнительному изучению кормовой ценности бентонит содержащего премикса «Букача» отечественного производства в рационах бычков таджикской черно-пестрой породы, проводилось в производственных условиях откормочной площадки молочного комплекса кооперативно племенного хозяйства А. Юсупова города Гиссар Республики Таджикистан.

Научные исследования выполнены в течение 2022–2023 гг. В научно-хозяйственных опытах по влиянию оптимального уровня кормления с добавлением разных доз бентонит содержащего премикса «Букача» бычкам таджикской черно-пестрой породы скота в различные возрастные периоды. Бычков отобрали при рождении и сформировали по 3 группы телят-аналогов.

В соответствии со схемой опыта животные I (контрольной) группы получали Хозяйственный рацион (ХР), II группа (опытная) – бентонит содержащий премикс «Букача» в количестве 120г и III (опытная) – соответственно 150г на 1 голову в сутки.

Контрольные и опытные группы животных формировали по методу пар-аналогов (А. И. Овсянников, 1976). Кормление подопытных телят и 18-месячных бычков сбалансировано в соответствии с детализированными нормами ВАСХНИЛ (А. П. Калашников, 1985). Рационы были составлены с учетом фактического химического состава и питательности используемых кормов. Уровень кормления, соответствующий 100 % норме, называли умеренным.

Для изучения гематологических и биохимических показателей кровь брали из яремной вены у 5 телят и бычков из каждой группы через 2,5 часа после утреннего кормления. Общепринятыми методами определяли: в цельной крови содержание лейкоцитов и эритроцитов с

помощью камеры Горяева; концентрацию гемоглобина – методом Сали; щелочной резерв крови – по Неводову; в сыворотке – количество общего белка – рефрактометрическим методом; белковые фракции – методом электрофореза на хроматической бумаге по В. М. Красову; кальция – по Де Ваарду; фосфора – по Бригсу; содержание каротина в модификации П. Х. Попандопуло; активность аспартат и аланин – аминотрансфераз по Райтману и Френкелю, щелочной и кислой фосфатаз по Боданскому в модификации Е. Д. Пономаревой (В. Г. Колб, В. С. Камышников, 1976).

Морфологические показатели крови имеют важное значение при изучении клинико-физиологического состояния животных. Гемоглобин, количество эритроцитов и лейкоцитов в крови колеблется в зависимости от породных особенностей, возраста, пола, условий кормления и содержания.

Полученные нами данные по морфологическому составу крови подопытных животных приведены в табл. 1.

Таблица 1. Морфологический состав крови подопытных бычков, ($\bar{X} \pm S\bar{x}$)

Возраст, мес.	Показатель, (n = 5)		
	Эритроциты, $\cdot 10^{12}/л$	Лейкоциты, $\cdot 10^9/л$	Гемоглобин, г/л
(контрольная) группа			
3	6,73 + 0,31	8,08 + 0,14	111,3 + 2,41
6	6,66 + 0,05	8,21 + 0,11	105,7 + 5,80
12	6,74 + 0,20	8,21 + 0,22	97,0 + 2,12
15	6,71 + 0,12	8,19 + 0,20	98,0 + 1,24
18	6,68 + 0,21	7,88 + 0,27	93,7 + 0,93
II (опытная) группа			
3	6,91 + 0,24	8,11 + 0,15	111,8 + 1,65
6	6,68 + 0,14	8,25 + 0,13	104,0 + 3,61
12	6,82 + 0,22	8,28 + 0,24	98,6 + 1,52
15	6,82 + 0,16	8,26 + 0,20	99,5 + 0,94
18	6,75 + 0,21	7,90 + 0,25	94,0 + 0,92
III (опытная) группа			
3	7,09 + 0,18	8,14 + 0,17	112,3 + 0,90
6	6,70 + 0,24	8,29 + 0,16	102,3 + 1,42
12	6,91 + 0,24	8,35 + 0,26	100,3 + 0,93
15	6,93 + 0,21	8,33 + 0,21	101,0 + 0,64
18	6,82 + 0,22	7,92 + 0,23	94,3 + 0,91

Как видно из табл. 1., с возрастом количество эритроцитов и лейкоцитов изменяется незначительно, а содержание гемоглобина с возрастом снижается. Содержание гемоглобина в крови бычков 3-месячного возраста было самым высоким по сравнению с остальными возрастными периодами.

При рассмотрении влияния типа кормления на содержание гемоглобина в крови обнаружено, что с 6- по 15-месячный возраст у бычков опытной группы, которые получали премикс «Букача» в количестве 120 г на 1 голову в сутки, наблюдаются более высокие показатели, чем в группе бычков контрольной группы. Между опытной и контрольной группами по содержанию эритроцитов и лейкоцитов статистически достоверных различий не обнаружено. Величины гемоглобина, числа эритроцитов и лейкоцитов у подопытных животных обеих групп находились в пределах физиологической нормы [11, 12, 13] (С. Д. Батанов и О. С. Старостина, 2005; В. И. Косилов и др., 2018; Т. А. Иргашев и др., 2022).

Биохимические методы анализов служат как бы «ключом» для изучения происходящих в организме животных обменных процессов.

Особенно важное значение имеет белковый статус сыворотки крови. Известно, что под действием различных факторов внешней среды в организме происходит перестройка входящих в его состав белков, причем более существенное изменение претерпевают белки крови.

Настоящим исследованием предусматривалось изучить влияние различной дозы премикса «Букача» в кормлении бычков таджикского черно-пестрого скота на белковый состав, активность аминотрансфераз (АСТ и АЛТ), щелочной и кислой фосфатаз сыворотки крови, а также проанализировать зависимость между этими биохимическими показателями и живой массой, интенсивностью их роста и дальнейшую мясную продуктивность.

В начале опыта подопытные животные разных групп имели близкие показатели в содержании общего белка и его фракций ($P > 0,05$), это свидетельствует о том, что животные в группы были подобраны правильно (табл. 2.).

Таблица 2. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови у отобранных для опыта животных, г/л

Показатель	Группа, ($\bar{x} \pm S \bar{x}$)		
	I	II	III
Общий белок	60,6 ± 1,00	61,6 ± 1,05	62,7 ± 1,11
Альбумины	30,3 ± 1,80	30,4 ± 1,40	30,6 ± 1,00
Глобулины	30,3 ± 2,10	31,2 ± 1,85	32,1 ± 1,60
В том числе:			
– глобулины	7,6 ± 0,62	8,2 ± 0,67	8,8 ± 0,72
– глобулины	8,2 ± 0,71	8,1 ± 0,57	8,1 ± 0,43
– глобулины	6,6 ± 0,43	6,5 ± 0,38	6,4 ± 0,34
– глобулины	7,9 ± 1,40	8,3 ± 1,45	8,8 ± 1,50

При одинаковом общем уровне питания в крови животных опытных групп, получавших люцерново-концентратный рацион с добавлением премикса «Букача» в количестве 120 г с содержанием переваримого протеина 175–180 г в одной кормовой единице в конце летнего периода (в возрасте 10 месяцев), было более высокое содержание общего белка и его фракций, чем у животных, получавших люцерново-концентратный рацион без премикса с содержанием по 130–135 г переваримого протеина в одной кормовой единице.

Из анализа полученных среднегрупповых данных можно полагать, что концентрация общего белка и белковых фракций в сыворотке крови у бычков в условиях высоких температур воздуха в наибольшей степени зависит от количества переваримого протеина в рационе кормления, чем от интенсивности роста его за весь период предыдущего выращивания (табл. 3).

Таблица 3. Содержание общего белка и его фракций в сыворотке крови бычков в зависимости от возраста, $(\bar{X} \pm S_{\bar{x}})$

Показатель	Возраст, месяцев								
	10			12			18		
	Группа, (n = 5)								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Общий белок, г/л	73,6 $\pm$ 2,01	70,4 $\pm$ 2,35	67,3 $\pm$ 2,70	56,4 $\pm$ 1,71	58,3 $\pm$ 2,16	60,2 $\pm$ 2,61	67,6 $\pm$ 2,24	68,3 $\pm$ 2,28	69,1 $\pm$ 2,33
Альбумины, г/л	30,1 $\pm$ 1,50	29,5 $\pm$ 1,46	28,9 $\pm$ 1,42	25,9 $\pm$ 0,43	27,5 $\pm$ 1,38	29,2 $\pm$ 1,33	23,0 $\pm$ 2,52	24,1 $\pm$ 2,16	25,3 $\pm$ 1,81
Глобулины, г/л	43,5 $\pm$ 2,04	40,9 $\pm$ 2,18	38,4 $\pm$ 2,32	30,5 $\pm$ 1,22	30,7 $\pm$ 1,57	31,0 $\pm$ 1,92	44,6 $\pm$ 1,91	44,2 $\pm$ 2,26	43,8 $\pm$ 2,62
В том числе, г/л									
альфа -	11,2 $\pm$ 0,31	7,45 $\pm$ 0,37	3,7 $\pm$ 0,43	8,3 $\pm$ 0,61	8,2 $\pm$ 0,66	8,2 $\pm$ 0,72	11,9 $\pm$ 0,83	11,5 $\pm$ 0,78	11,1 $\pm$ 0,74
бета -	11,5 $\pm$ 0,70	10,6 $\pm$ 0,65	9,8 $\pm$ 0,61	8,3 $\pm$ 0,43	4,53 $\pm$ 0,38	0,77 $\pm$ 0,34	11,8 $\pm$ 0,75	11,2 $\pm$ 0,69	10,6 $\pm$ 0,63
гамма -	20,8 $\pm$ 1,12	19,8 $\pm$ 1,22	18,8 $\pm$ 1,32	13,9 $\pm$ 0,24	14,5 $\pm$ 0,53	15,1 $\pm$ 0,83	20,9 $\pm$ 1,25	21,5 $\pm$ 1,69	22,1 $\pm$ 2,14
A / Г коэффициент	6,9	7,2	7,5	8,9	8,95	9,0	5,2	5,5	5,8

В отношении активности ферментов крови наблюдается иная картина. Так, по активности АСТ животные второй группы превосходили своих сверстников из первой группы на 14,3 % соответственно по АЛТ-на 1,2 % и щелочной фосфатазе – на 8,3 %.

Наши данные по уровню отдельных фракций глобулинов сыворотки крови свидетельствуют о том, что наибольшей величиной содержания в крови характеризуется гамма-глобулины. Величина этой фракции от суммы всех глобулинов составляла в первой группе – 47,8 % и во второй – 48,9 %.

Несколько меньшим, по сравнению с суммой всех глобулинов, было содержание альбуминовой фракции у животных обеих групп. Коэффициент альбумин-глобулин (А/Г) составил в первой контрольной группе 0,69 и во второй опытной – 0,75.

С наступлением похолодания (в возрасте 12 месяцев) в ночные и утренние часы при выращивании кормами стойлового периода в сыворотке крови телок опытной группы отмечается более высокая концентрация общего белка, альбуминов и гамма-глобулинов, чем в контрольной, что очевидно, можно объяснить более высоким обменным процессом в организме молодняка опытной группы-абсолютная интенсивность роста у них в этот период выше. Причем достоверная разница между группами телок в пользу опытной по этим биохимическим показателям отмечается только в возрасте 11 месяцев, а в последующие возрастные периоды разница между ними недостоверна, хотя тенденция большей их концентрации в крови сохраняется.

Что же касается активности ферментов аминотрансфераз, то у бычков опытной группы достоверно выше в возрасте 12 месяцев, а в последующие возрастные периоды сохраняют тенденции к повышению этих показателей по сравнению с контрольной (табл. 4.). Очевидно, активность трансаминаз имеет одностороннюю зависимость с интенсивностью роста [14, 15] (В. И. Косилов и др., 2021).

Таблица 4. Активность щелочной фосфатазы и аминотрансфераз сыворотки крови бычков в зависимости от возраста, ($\bar{X} \pm S_x$)

Показатель	Возраст, месяцев- ммоль/(г·л)								
	10			12			18		
	Группа, (n = 5)								
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Щелочная фосфатаза	0,86+ 0,08	0,88+ 0,04	0,89+ 0,06	0,99+ 0,05	0,93+ 0,04	0,95+ 0,07	0,33+ 0,03	0,24+ 0,03	0,26+ 0,04
Активность АСТ	1,33+ 0,122	1,38+ 0,080	1,61± 0,190	1,33+ 0,243	1,38+ 0,127	1,40+ 0,195	1,33+ 0,128	1,35± 0,315	1,25± 0,116
Активность АЛТ	0,31+ 0,011	0,31+ 0,035	0,6± 0,090	0,26+ 0,053	0,31+ 0,076	0,34± 0,060	0,16+ 0,014	0,17± 0,011	0,61± 0,122

Проведенный нами анализ данных биохимических показателей может иметь определенное значение для разработки научных основ эффективности уровней питания с использованием в рационе таких кормовых добавок, как премикс «Букача» отечественного производства опирающихся на общие закономерности роста, развития и формирования мясной продуктивности.

Заключение. В период научно-хозяйственных опытов мы учитывали ряд показателей, по которой можно достаточно полно судить о взаимосвязи их с ростом и продуктивными качествами бычков.

Установлено, что содержание форменных элементов крови в некоторой степени зависит от уровня кормления животных как в целом за весь период, так и в отдельные возрастные периоды выращивания. Уже с 3-месячного возраста устанавливается тенденция к повышению этих у животных при добавления премикса «Букача» в рационе кормления по сравнению с аналогами, выращиваемыми при обычном хозяйственном рационе.

По содержанию белка в сыворотке крови и резервной щелочности отмечены некоторые различия между животными, содержавшимися при разном уровне кормовой добавки в зависимости от возрастного периода, что в основном связано с большей энергией роста животных. На соотношение белковых фракций и минеральных веществ уровень кормления бычков в разные периоды выращивания не оказал существенного влияния.

Данные, полученные при изучении общего белка и его фракций, а также белкового коэффициента в сыворотке крови подопытных животных свидетельствуют о большей устойчивости промежуточного белкового обмена в организме растущих телят-бычков. Уровень белков, альбуминов, глобулинов в сыворотке крови бычков в различные периоды, а также белковый коэффициент были в пределах физиологической нормы. Несколько большее содержание альбуминов во все возрастные периоды отмечено у животных при получавших премикса, что говорит о высоком уровне белкового обмена. Хотя, как установлено, состав крови в некоторой степени зависит от условий кормления и содержания, тем не менее, во все возрастные периоды у животных проявляется способность к поддержанию относительно постоянного минерального состава крови. Т. А. Иргашев [16] считает, что в этом

проявляются приспособительные функции организма к изменяющимся условиям внешней среды.

Активность трансаминаз, особенно аспартат-аминотрансфераза имеет тесную зависимость от интенсивности роста животных, тогда как белковая картина крови в большей степени зависит от уровня протеина в рационе. В опытной группе в условиях высокой температуры среды активность аспартат-аминотрансфераза была выше на 14,3 %, а содержание общего белка и всех белковых фракций, наоборот, было ниже, чем в контрольной. В условиях умеренной температуры среды содержание общего белка и альбуминов, а также активность трансаминаз существенно превосходили в группе животных, получавших в летний период года злаково-люцерновый тип рациона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Батанов, С. Д., Старостина О. С. Состав крови и его связь с молочной продуктивностью у коров // Зоотехния. – 2005. – №10. – С. 14–17.
2. Физиологический статус бычков при минимизации технологического прессинга комплексами антистрессантов / О. А. Ляпин, А. А. Торшков, Р. Ш. Тайгузин и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 253–260.
3. Отаров, А. И., Каюмов Ф. Г., Третьякова Р. Ф. Морфологические и биохимические показатели крови бычков разных генотипов в условиях высокогорной зоны Кабардино-Балкарской Республики // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 277–281.
4. Биохимический состав сыворотки крови бычков разных генотипов / В. И. Косилов, Н. К. Комарова, А. Я. Сенько и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 5 (85). – С. 189–192.
5. Косилов, В. И., Кадралиева Б. Т. Гематологические показатели коров-первотёлок разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 4 (96). – С. 293–297.
6. Влияние ультрадисперсных частиц серебра на морфобиохимические показатели крови животных при тепловом стрессе / Е. А. Ажмулдинов, М. Г. Титов, М. А. Кизаев и др. // Животноводство и кормопроизводство. – 2020. – Т. 1. – № 3. – С. 145–152.
7. Сезонные изменения в морфологическом и биохимическом составе крови у бычков калмыцкой породы разных генотипов / Р. Ф. Третьякова, Х. А. Амерханов, Е. Д. Куш и др. // Животноводство и кормопроизводство. – 2018. – Т. 101. – С. 15–21.
8. Шевхужев, А. Ф., Смакуев Д. Р., Меремшаова Э. А. Продуктивность и гематологические показатели крови коров симментальской породы австрийской селекции различных внутрипородных типов // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 9-3. – С. 602–605.
9. Исхаков, Р. С. Гематологические показатели чистопородного и помесного молдняка // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. – 2016. – № 3. – С. 45–48.
10. Польских, С. С., Кадышева М. Д., Тюлебаев С. Д. Гематологические показатели

симментальских бычков мясного типа // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 1 (51). – С. 157–159.

11. Алексеева, Н. М., Романова В. В., Борисова П. П. Биохимические показатели крови молодняка герефордской породы в условиях Якутии // Вестник КрасГАУ. – 2017. – № 7. – С. 37–43.

12. Третьякова, Р. Ф. Гематологические показатели крови у бычков разных генотипов // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 3 (83). – С. 321–324.

13. Косилов, В. И., Джалов А. Г., Никонова Е. А. Морфологические и биохимические показатели крови тёлочек чёрно-пёстрой породы и её помесей // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 5 (61). – С. 77–80.

14. Заикина, Е. В., Герасимов Н. П. Особенности морфологического и биохимического составов крови бычков разных эколого-генетических групп // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2012. – № 1 (33). – С. 238–240.

15. Белковый состав, активность аминотрансфераз сыворотки крови и показатели естественной резистентности тёлочек разных генотипов / Е. А. Никонова, И. В. Миронова, Т. Н. Коков и др. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 3 (95). – С. 307–311.

16. Киньябулатова, Р. Х., Исянгулова Р. Х. Клинические и гематологические показатели у бычков при воздействии технологических факторов // Вестник мясного скотоводства. – 2008. – Вып. 61. – Т. 11. – С. 102–103.

ПРОДУКТИВНОСТЬ ТЕЛЯТ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ЗЕРНА КУКУРУЗЫ

**В. Ф. РАДЧИКОВ, Т. Л. САПСАЛЁВА, В. П. ЦАЙ, А. Н. КОТ,
И. В. БОГДАНОВИЧ, Г. В. БЕСАРАБ**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

(Поступила в редакцию 02.03.2024)

Результаты, полученные в ходе проведения производственной проверки по установлению зависимости продуктивности и физиологического состояния телят от скармливания зерна в цельном и дробленном виде, обеспечивающих выращивание здоровых животных с высокой резистентностью организма, подтвердили сделанные ранее выводы о возможности эффективного использования в рационах телят цельного и дробленного зерна кукурузы в составе комбикормов в соотношении 70:30 %.

Установлено, что выращивание молодняка на комбикормах КР-2 с включением цельного и дробленного зерна в составе опытных комбикормов позволило получить среднесуточный прирост живой массы телят на уровне 810–860 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие цельное зерно кукурузы в количестве 30 % от массы комбикорма (II группа) – 860 г, что выше на 6,2 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленного зерна кукурузы в состав комбикорма для телят III опытной группы, способствовало увеличению среднесуточного прироста на 4,2 %.

Определено, что введение цельного зерна кукурузы в количестве 30 % по массе в состав комбикорма для телят в возрасте 66–115 дней способствовало повышению его питательности на 5,2 %, энергетической ценности на 5,6 % к контрольному значению, дробленного – 3,5 и 2,9 %.

В результате исследований определено, что насыщенность крови дыхательным пигментом – гемоглобином у опытного молодняка II и III групп оказалась выше контрольных аналогов на 5,7 и 4,6 %, что свидетельствует об усилении интенсивности обмена веществ. В крови животных II и III опытных групп отмечен рост содержания общего белка на 3,5 и 1,8 %, по отношению к контрольному значению.

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, зерно кукурузы, рационы, продуктивность, эффективность.*

The results obtained during a production test to establish the dependence of the productivity and physiological state of calves on feeding grain in whole and crushed forms, ensuring the raising of healthy animals with high body resistance, confirmed earlier conclusions about the possibility of effective use of whole and crushed corn grains in calves' diets in the composition of feed in a ratio of 70:30 %.

It has been established that raising young animals on KR-2 compound feeds with the inclusion of whole and crushed grain in the experimental compound feeds made it possible to obtain an average daily increase in the live weight of calves at the level of 810–860 g. The

calves that consumed whole corn grain in the amount of 30 % of mixed feed weight (group II) had the greatest growth energy – 860 g, which is 6.2 % higher than the control group. The inclusion of crushed corn grain in the feed for calves of the third experimental group contributed to an increase in average daily growth by 4.2 %.

It was determined that the introduction of whole corn grain in an amount of 30 % by weight into the composition of feed for calves aged 66–115 days contributed to an increase in its nutritional value by 5.2 %, energy value by 5.6 % compared to the control value, and crushed grain – 3.5 and 2.9 %.

As a result of the research, it was determined that the saturation of the blood with the respiratory pigment of hemoglobin in experimental young animals of groups II and III was higher than the control analogues by 5.7 and 4.6 %, which indicates an increase in the intensity of metabolism. In the blood of animals of experimental groups II and III, an increase in the total protein content was noted by 3.5 and 1.8 %, relative to the control value.

Key words: *young cattle, corn grain, diets, productivity, efficiency.*

Введение. Интенсивный рост и развитие молодняка являются важнейшим условием высокоинтенсивного молочного скотоводства при получении высокопродуктивных коров [1–6]. Технология выращивания телят связана с особенностями развития желудочно-кишечного тракта. Первые шесть месяцев жизни телят отличаются наибольшей интенсивностью их роста. Вместе с тем это период становления рубцового пищеварения [7–10].

При выращивании молодняка основная задача заключается в том, чтобы получить здоровых телят с хорошо развитым сложным желудком. Телята должны кормиться с раннего возраста таким образом, чтобы, когда будут коровами, могли потреблять больше объемистых кормов и обеспечивать высокую продуктивность [11–13].

Рубец у телят развивается в двух направлениях. Это развитие объема и развитие ворсинок. На развитие объема влияет скормливание телятам сена. При этом увеличивается масса рубца и развиваются его мышцы. На развитие стенок (ворсинок) рубца влияет зерно [14, 15]. Важно не только увеличить объем рубца, но, в первую очередь, необходимо оптимальным образом развить его слизистую оболочку. Чем раньше начнет развиваться рубец, тем выше продуктивность взрослого животного. Поэтому необходимо добиться быстрого развития рубца с целенаправленной стимуляцией роста слизистой и увеличения площади всасывающей поверхности [16–19].

В связи с этим проведение комплексных исследований по разработке эффективности кормления телят с использованием цельного и дробленого зерна, установление зависимости развития пищеварительной системы телят от количества скормливаемого цельного и дробленого зерна в молочный период, обеспечивающий нормальное протека-

ние процессов пищеварения, высокую продуктивность животных в послемолочный период, является актуальной проблемой, имеющей научную и практическую значимость [20–24].

Цель исследований – установление зависимости развития пищеварительной системы телят от количества и вида скормливаемого цельного и дроблёного зерна в молочный период.

Основная часть. Для определения влияния использования цельного и дробленого зерна на продуктивность и физиологическое состояние подопытных телят в возрасте 66–115 дней, изучение зоотехнической и экономической эффективности выращивания животных, проведена производственной проверка наилучшей дозировки ввода зерна кукурузы в цельном и дробленном виде в комбикорма КР-2. Апробация результатов исследований проведена в условиях ГП «ЖодиноАгро-ПлемЭлита» на 3-х группах молодняка крупного рогатого скота в возрасте 66–115 дней, по 50 голов в каждой, средней живой массой 79,7–82,1 кг (табл. 1).

Таблица 1. Схема производственных испытаний эффективности использования цельного и дробленого зерна в рационах молодняка крупного рогатого скота

I контрольная	79,7	50	50	Основной рацион (ОР) – цельное молоко, сено, силосно-сенажная смесь + комбикорм КР-1, КР-2
II опытная	82,1	50	50	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1, КР-2 и 30 % цельного зерна кукурузы
III опытная	80,5	50	50	ОР + смесь из 70 % комбикорма КР-1, КР-2 и 30 % дробленого зерна кукурузы

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что телятам контрольной группы скормливали комбикорм КР-1, КР-2, а аналогам опытных групп – комбикорм КР-1, КР-2 с включением зерна кукурузы (II группа – цельное, III – дробленое) в соотношении 70:30 %.

В ходе исследований изучены следующие показатели: химический состав, питательность и поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, интенсивность роста животных, экономическую эффективность выращивания телят.

Введение цельного зерна кукурузы в количестве 30 % по массе в состав комбикорма для телят в возрасте 66–115 дней способствовало повышению его питательности на 5,2 %, энергетической ценности на 5,6 % к контрольному значению, дробленого – 3,5 и 2,9 % (табл. 2).

Таблица 2. Состав и питательность комбикорма КР-2 для молодняка крупного рогатого скота старше 75 дневного возраста

Компоненты	Единица измерения	Контрольный	Опытные	
		I	II	III
1	2	3	4	5
Комбикорм КР-2	%	100	70	70
Зерно кукурузы цельное	%	–	30	–
Зерно кукурузы дробленое	%	–	–	30
В 1 кг содержится:				
Кормовых единиц	–	1,15	1,21	1,19
Обменной энергии	МДж	10,78	11,39	11,09
Сухого вещества	кг	878,0	872,3	873,5
1	2	3	4	5
Сырого протеина	г	103,2	99,4	99,2
Переваримого протеина	г	118,7	105,0	108,6
Сырого жира,	г	34,9	35,7	35,8
Сырой клетчатки	г	27,2	25,0	24,8
Крахмала	г	394,7	444,3	444,2
Сахара	г	26,1	24,3	27,6
Кальция	г	4,7	3,4	3,6
Фосфора	г	3,1	3,0	3,4
Меди	г	5,7	5,8	4,9
Цинка	г	41,0	34,6	38,0
Магния	г	1,8	1,7	1,66
Марганца	г	22,8	18,6	23,2
Калия	мг	6,8	5,9	6,3
Серы	мг	1,5	1,1	1,3
Кобальта	мг	0,24	0,20	0,20
Железа	мг	55,8	51,6	51,0
Йода	мг	0,26	0,21	0,24
Витамина Е	мг	41,0	35,5	35,3

Проведены контрольные кормления, в результате чего установлено, что поедаемость кормов телятами за период исследований между группами оказалась практически одинаковой.

В рационах молодняка подопытных групп содержалось 3,29–3,52 корм. ед., а концентрация в сухом веществе на уровне 1,12–1,18 кормовых единиц. Концентрация обменной энергии в сухом ве-

шестве рациона подопытных животных составила 11,2–11,6 МДж. В расчете на 1 МДж ОЭ телята контрольной группы потребили 9,61 г переваримого протеина, молодняк II и III опытных групп – 8,49 и 8,5 г (табл. 3).

Таблица 3. Среднесуточный рацион телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа					
	I		II		III	
	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	0,6	5,00	0,6	5,03	0,6	5,08
Комбикорм КР-1	0,3	9,72	0,3	9,78	0,3	9,89
Комбикорм КР-2	1,70	53,89	1,70	54,19	1,70	54,80
Сено разнотравное	0,75	9,72	0,73	9,50	0,67	8,76
Сенаж	1,66	21,67	1,64	21,51	1,62	21,47
В 1 кг рациона содержится:						
Кормовых единиц	3,29		3,52		3,49	
Обменной энергии, МДж	32,67		34,50		34,11	
Сухого вещества, кг	2,93		2,99		2,95	
Сырого протеина, г	421,36		395,87		390,61	
Переваримого протеина, г	313,71		292,92		289,91	
Сырого жира, г	108,56		112,97		111,81	
Сырой клетчатки, г	525,32		490,32		473,57	
Крахмала, г	727,86		897,06		894,66	
Сахара, г	207,67		198,87		196,19	
Кальция, г	25,11		21,68		21,40	
Фосфора, г	14,92		14,62		14,48	
Меди, мг	36,02		31,47		31,09	
Цинка, мг	183,02		164,52		163,40	
Марганца, мг	279,15		251,84		247,20	
Кобальта, мг	3,73		2,93		2,93	
Йода, мг	2,34		2,07		2,06	
Витамина А, тыс. МЕ	72,82		67,89		66,21	
Витамина Е, мг	68,97		68,04		68,04	

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 3,72 % в контрольном рационе, 3,78 и 3,80 % – во II и III опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 17,92 %, в опытных – 16,39 и 16,03 %. Содержание сахара в

сухом веществе в контрольной группе составило 7,1 %, в опытных – 6,65 и 6,64 %.

Проведены морфологические и биохимические исследования крови в ходе проведения апробации на телятах 66–115-дневного возраста по определению влияния использования цельного и дробленого зерна на физиологическое состояние и продуктивность подопытных животных в послемолочный период. Изучаемые показатели крови представлены в табл. 4.

В результате исследований определено, что насыщенность крови дыхательным пигментом – гемоглобином у опытного молодняка II и III групп оказалась выше контрольных аналогов на 5,7 и 4,6 %, что свидетельствует об усилении интенсивности обмена веществ. В крови животных II и III опытных групп отмечен рост содержания общего белка на 3,5 и 1,8 %, по отношению к контрольному значению.

Таблица 4. **Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 115 дней**

Показатель	Группа животных		
	I	II	III
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,35±0,20	5,65±0,06	5,45±0,21
Гемоглобин, г/л	108,8±1,68	115,03±1,02	113,83±1,02
Лейкоциты, $10^9/л$	10,0±0,46	9,93±0,46	10,0±0,60
Общий белок, г/л	69,0±1,04	71,43±0,98	70,23±2,60
Глюкоза, ммоль/л	4,47±0,12	4,53±0,26	4,50±0,17
Мочевина, ммоль/л	3,48±0,104	3,45±0,106	3,44±0,152
Кальций, ммоль/л	2,56±0,09	2,57±0,05	2,57±0,05
Фосфор, ммоль/л	2,07±0,04	2,08±0,05	2,08±0,018

На основании результатов исследований крови животных контрольной и опытных групп установлено, что все они находились в пределах физиологической нормы, что позволяет судить о безвредном действии зерна на организм животных.

Основными показателями выращивания животных является живая масса и скорость их роста. По динамике живой массы и среднесуточным приростам можно судить о продуктивном действии испытываемых кормов (табл. 5).

Таблица 5. Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят при потреблении цельного и дробленого зерна кукурузы

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса, кг: в начале опыта	79,7±0,86	82,1±0,83	80,6±0,56
в конце опыта	120,2±0,75	125,1±1,4	122,8±1,05
Валовой прирост, кг	40,5±1,2	43,0±2,0	42,2±1,3
Среднесуточный прирост за опыт, г	810±22,4	860±24,5	844±35,6
% к контролю	100,0	106,2	104,2

Выращивание молодняка на комбикормах КР-2 с включением цельного и дробленого зерна в составе опытных комбикормов позволило получить среднесуточный прирост живой массы телят на уровне 810–860 г. Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие цельное зерно кукурузы в количестве 30 % от массы комбикорма (II группа) – 860 г, что выше на 6,2 % по отношению к контрольной группе. Включение дробленого зерна кукурузы в состав комбикорма для телят III опытной группы, способствовало увеличению среднесуточного прироста на 4,2 %.

Расчет экономической эффективности скармливания комбикормов молодняку крупного рогатого скота молочного периода, с разным вводом цельного зерна кукурузы по массе, представлен в табл. 6.

Таблица 6. Экономическая эффективность скармливания телятам комбикормов с включением цельного и дробленого зерна кукурузы

Показатель	Группа		
	I	II	III
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,06	4,09	4,13
Стоимость рациона за сутки, руб./гол.	2,63	2,62	2,59
Прирост живой массы за период опыта, кг	40,5	43,0	42,2
Стоимость кормов за период опыта, руб.	131,5	131,0	129,5
Стоимость 1 корм. ед., руб.	0,80	0,74	0,76
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	3,25	3,05	3,07
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	5,23	4,90	4,93

Установлено, что скармливание телятам в возрасте 66–115 дней цельного и дробленого зерна в составе опытных комбикормов для молодняка молочного периода выращивания позволило увеличить прирост живой массы молодняка на 6,2 и 4,2 % при снижении стоимости

кормов на 1 кг прироста, что привело к снижению себестоимости прироста на 6,3 и 5,7 %.

Заключение. Скармливание комбикормов с вводом цельного и дробленого зерна кукурузы в количестве 30 % телятам в возрасте 66–115 дней позволило за период исследований получить от молодняка прирост живой массы в сутки 860 и 844 г, или на 6,2 и 4,2 % выше контроля, при снижении стоимости кормов на 1 кг прироста на 6,2 и 5,5 %, что привело к снижению себестоимости прироста на 6,3 и 5,7 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Якимович Н. Н., Измайлович И. Б. К решению проблемы пищевого и кормового белка // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2017. – № 4. – С. 38–43.
2. Пищеварение в рубце и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при разных формах цинка в рационе / А. Н. Кот, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова и др. // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 245–251.
3. Повышение эффективности выращивания телят путём скармливания разных норм β -каротина / А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович и др. // Модернизация аграрного образования: сб. науч. тр. по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 1010–1014.
4. Биологически активная добавка природного происхождения в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова и др. // Модернизация аграрного образования: сб. науч. тр. по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 1127–1130.
5. Эффективность кормовой добавки из вторичных продуктов перерабатывающей промышленности в кормлении коров / Г. В. Бесараб, Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович и др. // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Жодино, 2022. – С. 82–86.
6. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Т. Л. Сапсальёва, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб и др. // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, Ч. 1. – С. 159–167.
7. Кормовая добавка из природных ресурсов в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова и др. // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Жодино, 2022. – С. 74–77.
8. Богданович Д. М., Приловская Е. И. Использование лактоферина в кормлении телят // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: сб. ст. по материалам Международной научно-практической конференции. – Курган, 2022. – С. 82–85.
9. Физико-химические показатели молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина третьего и четвёртого года лактации / А. И. Будевич, Д. М. Богданович, Е. В. Петрушко и др. // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 2. – С. 141–147.
10. Измайлович И. Б. Актуальные проблемы кормового белка // Вестник АПК Верхневолжья. – 2010. – № 4 (12). – С. 31.

11. Совершенствование B_{12} витаминного питания телочек, идущих на воспроизводство / И. С. Серяков, Н. М. Былицкий, О. Г. Цикунова и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2014. – Вып. 17, Ч. 1. – С. 162–168.
12. Продуктивность и качество спермы ремонтных бычков при разном протеине в рационе / Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб и др. // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 177–183.
13. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб и др. // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 220–226.
14. Богданович Д. М., Петрушко Е. В. Экспрессия рекомбинантного лактоферрина человека в молоке коз-продуцентов в течение года // Новости науки в АПК. – 2018. – Т. 1, № 2(11). – С. 168.
15. Использование нового заменителя цельного молока в кормлении телят / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб и др. // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 297–303.
16. Откорм бычков с использованием барды / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова и др. // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Жодино, 2022. – С. 77–82.
17. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб и др. // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. международной научно-практической конференции. – Брянск, 2023. – С. 213–220.
18. Местные источники протеина в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова и др. // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 253–259.
19. Богданович Д. М., Разумовский Н. П. Эффективность включения в рацион бычков новой кормовой добавки // Актуальные направления инновационного развития животноводства, медицины, техники и современные технологии продуктов питания: материалы Международной научно-практической конференции. – пос. Персиановский, 2019. – С. 73–78.
20. Повышение эффективности выращивания молодняка крупного рогатого скота путём нормирования расщепляемого протеина в рационе / Г. В. Бесараб, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина и др. // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики: сб. науч. тр. по материалам V Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2019. – С. 212–215.
21. Физиологическое состояние и использование питательных веществ корма при включении в рацион молодняка крупного рогатого скота экструдированного корма / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова и др. // Селекционно-генетические и

технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 260–266.

22. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, А. Н. Кот и др. // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 235–239.

23. Научные основы выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота / Д. М. Богданович, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка и др.; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино, 2022. – 303 с.

24. Влияние степени измельчения зерна на физиологическое состояние, обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Д. В. Медведева и др. // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2022. – Вып. 25, Ч. 1. – С. 224–231.

ВЛИЯНИЕ КОРМОВОЙ ДОБАВКИ «БЛЭКФИД» НА МОЛОЧНУЮ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ

**Н. П. БУРЯКОВ, Л. В. СЫЧЕВА, И. Н. НИКОНОВ,
Д. Е. АЛЕШИН, Е. С. ТРЕГУБОВА**

*ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА им. К. А. Тимирязева,
г. Москва, Россия*

(Поступила в редакцию 06.03.2024)

В настоящий момент в России молочная продуктивность коров пока существенно отстаёт от уровня продуктивности других стран мира. Однако значительное число хозяйств постепенно приближается к показателям молочной продуктивности в 9 000–12 000 кг молока в год. Параллельно с ростом молочной продуктивности происходит снижение срока продуктивного долголетия (срок продуктивного хозяйственного использования животных) высокопродуктивных коров, что ведёт за собой рост себестоимости молока.

В статье рассмотрен один из способов повышения молочной продуктивности без снижения других показателей продуктивности и без снижения долголетия животного. Ввод в рацион лактирующих коров в период раздоя природного адсорбента позволяет добиться вышеперечисленных целей.

Применение кормовой добавки «Блэкфид», в состав которой входит 100 % поверхностно модифицированного минерала шунгит приводит к увеличению всех исследуемых показателей молочной продуктивности. Повышение суточных удоев молока натуральной жирности на 2 % (0,4 кг) по сравнению с суточными удоями животных, поедающих основной рацион без добавления адсорбента. Также валовое производство молока фактической жирности благодаря кормовой добавке увеличилось на 37,2 кг (2,06 %).

Массовая доля жира в молоке дала незначительный прирост на 0,01 %. Показатель выхода молочного жира при скормливании «Блэкфид» увеличился на 1,7 кг, что составляет 2,4 % по отношению к группе животных, в рацион которых не вводилась добавка.

Показатель массовой доли белка в молоке дал прибавку на 0,03 % при вводе кормовой добавки в рацион. Выход молочного белка увеличился на 2,92 кг по сравнению с контрольной группой, что составляет 5,3 %.

Ключевые слова: *кормление, шунгит, адсорбент, продуктивность, суксунская порода.*

At the moment, in Russia, the milk productivity of cows still lags significantly behind the level of productivity in other countries of the world. However, a significant number of farms are gradually approaching milk production levels of 9,000–12,000 kg of milk per year. In parallel with the increase in milk productivity, there is a decrease in the period of productive longevity (the period of productive economic use of animals) of highly productive cows, which leads to an increase in the cost of milk.

The article discusses one of the ways to increase milk productivity without reducing other productivity indicators and without reducing the longevity of the animal. Introducing a natural

adsorbent into the diet of lactating cows during the milking period makes it possible to achieve the above goals.

The use of the Blackfeed feed additive, which contains 100 % of the surface modified mineral shungite, leads to an increase in all studied indicators of milk productivity. There is increase in daily milk yield of natural fat milk by 2 % (0.4 kg) compared to the daily milk yield of animals eating the basic diet without the addition of adsorbent. Also, the gross production of milk with actual fat content due to the feed additive increased by 37.2 kg (2.06 %).

The mass fraction of fat in milk gave a slight increase of 0.01 %. The yield of milk fat when feeding Blackfeed increased by 1.7 kg, which is 2.4 % compared to the group of animals in whose diet the additive was not introduced.

The mass fraction of protein in milk increased by 0.03 % when a feed additive was introduced into the diet. The yield of milk protein increased by 2.92 kg compared to the control group, which is 5.3 %.

Key words: feeding, shungite, adsorbent, productivity, suksun breed.

Введение. Одной из причин недостаточно эффективного развития отрасли молочного скотоводства является отсутствие современных инновационных технологий, позволяющих обеспечить высокую сохранность здоровья молочного скота в соотношении с реализацией генетически обусловленного потенциала молочной продуктивности животных [1, 2, 3]. Возможно, причиной снижения срока продуктивного хозяйственного использования молочных коров при росте их продуктивности является наступающее хроническое воспаление, ведущее к раннему изнашиванию и потере продуктивности [4].

Хроническое воспаление и заболевания, связанные с ним, имеют базовую первопричину в разбалансировке метаболизма и иммунитета [5]. Большая часть всех биохимических процессов в организме животного зависит от баланса микроэлементов [6, 7]. В частности, от микроэлементов зависит качественный процесс обмена веществ, синтезирование ферментов, гормонов и витаминов в организме [7]. Микроэлементы укрепляют иммунитет, способствуют кроветворению, правильному развитию и росту костной ткани [6]. От них зависит баланс щелочных и кислотных элементов, функциональность половой системы [8]. На уровне клеток – поддерживают функциональность мембран, в тканях – способствуют кислородному обмену [9, 10]. Поэтому в основу данной работы положена гипотеза о том, что ключом к продуктивному долголетию высокопродуктивных коров является обеспечение баланса микроэлементов в течение всего жизненного цикла животных с учетом возрастных изменений физиологических потребностей их организмов [11].

Проблема состоит в отсутствии достаточного научного обеспечения производства и введения эссенциальных микроэлементов

через кормовые добавки природного происхождения с адаптогенными свойствами, обеспечивающими рост продуктивного долголетия высокопродуктивных коров.

Цель исследований: обосновать повышение эффективности производства молока при включении в рационы лактирующих коров суксунской породы минерала шунгит.

Для достижения указанной цели поставлены **следующие задачи**:

- проведение анализа химического состава и питательности кормовой добавки «Блэкфид» (природные адаптогены);
- анализ рациона лактирующих коров суксунской породы;
- определение уровня контаминации микотоксинами (афлатоксин, зеараленон, ДОНу) основных кормов и концентратов рационов коров суксунской породы;
- определение продуктивности (суточный и валовые удои молока натуральной и скорректированной (4%-ной) жирности, выход молочного жира и белка с молоком) и качества молока (массовая доля жира и белка) коров при скормливании шунгита.

«Блэкфид» – это инновационная однокомпонентная кормовая добавка, которую используют для адсорбции микотоксинов в кормах. Используется в составе сыпучих и гранулированных кормов для всех видов жвачных животных всех возрастов, также в кормах для птицы [12].

Кормовая добавка эффективно связывает и выводит микотоксины, эндотоксины, а также широкий спектр ксенобиотиков (тяжелые металлы, пестициды и т.д.), профилактирует отрицательные физиологические последствия, связанные с зараженностью кормов токсинами и их отравляющим действием.

Адсорбент «Блэкфид» имеет полностью естественное происхождение, не содержит ненатуральных компонентов. Состоит на 100 % из поверхностно модифицированного минерала шунгит.

Минерал шунгит относится к горной породе, занимающей по свойствам и структуре промежуточное положение между антрацитом и графитом, имеющей основные запасы в Республика Карелия (Россия). В нативном виде минерал шунгит представляет собой аморфный, не кристаллизующийся, фуллерено подобный углерод.

Объем добычи и площадь распространения этого минерального источника составляет около 10 кв. км, прогнозируемые запасы – 1 млрд. т.

Образовался шунгит из органических отложений. Обезвоженные осадки, углублялись в землю и под воздействием давления и высокой температуры, подверглись метаморфизации. Кристаллы шунгита в породе отсутствуют, основной цвет материала – черный. Данный материал имеет полуметаллический блеск, есть его блестящие и матово-серые разновидности, которые незначительно отличаются друг от друга по своему составу и зольности. В шунгитовой золе содержатся: медь, азот, кислород, сера, основное составляющее химическое вещество – углерод.

Первое описание шунгита относится к 1792 году. В 1848 году его описывал инженер Комаров, а 1877 году Иностранцев дал породе ее нынешнее название, так как впервые этот материал был обнаружен около села Шуньга. Исследования породы широко проводились в середине двадцатого века. Запасы данного материала разведаны только в России и Казахстане, а его ресурсы составляют около 1 млрд. т [13].

Классификация материала содержит пять основных его разновидностей: шунгит-I - это почти чистое вещество, содержит $C_{60}>95-98\%$; шунгит-II содержит $C_{60}\sim 35-80\%$; в шунгите-III углерода еще меньше, $C_{60}\sim 20-35\%$; в шунгите-IV – $C_{60}\sim 10-20\%$; а в породе под номером V углерода C_{60} В наше время ведется исследование возможностей использования и поиска новых месторождений шунгитов [14]. Химический состав шунгита, используемого в кормовой добавке, представлен в табл. 1.

Таблица 1. Химический состав минерала шунгит

Основные компоненты	Содержание, % масс.	Основные микроэлементы	Содержание, % масс.
SiO ₂	54,89	Si	23,07
Zn	0,008	Zn	0,008
Al ₂ O ₃	3,67	Al	6
Fe ₂ O ₃	2,43	Fe	3,5
MnO	<0,02	Mn	0,022
CaO	0,19	Ca	1,2
MgO	1,07	Mg	1,8
Na ₂ O	<0,3	Na	0,25
K ₂ O	1,05	K	1,01
P ₂ O ₅	0,06	P	0,08
SO ₂ сул / SC	0,72/0,49	S	1,2
C _{общ.}	34,8	C _{общ.}	34,8
Cu	0,0058	Cu	0,0058
Другие компоненты	8–10	Другие микро-элементы	6–8

В современных реалиях актуальным является направление исследовательских работ по созданию высокоэффективных фитобиотических и минеральных добавок многофункционального действия, метаболического, иммунологического, детоксицирующего, пребиотического профиля, адсорбента ксенобиотиков и антипитательных веществ.

В качестве высокоэффективного эрготропного соединения, обладающего высокой физиологической активностью, имеется целесообразность изучения минерала шунгита, на основе которого будут созданы новые кормовые решения.

Основная часть. Протокол исследования на животных был одобрен Комитетом по этике Российского государственного аграрного университета – Московской сельскохозяйственной академии имени Тимирязева (протокол 2022-8 от 06.05.2022).

Для реализации поставленных задач на базе племенного репродуктора по суксунской породе ООО «Суксунское», расположенного в селе Сабарка Пермского края, был проведен научно-хозяйственный и физиологический опыты. Исследования проводили на лактирующих коровах после отёла в соответствии со схемой исследования, представленной в табл. 2.

Группы животных формировали по методу пар-аналогов (парного) метода, учитывая породу, происхождение, живую массу, упитанность и показатели молочной продуктивности за предыдущую лактацию.

Таблица 2. Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Количество коров, голов	Особенности кормления
Контрольная	15	Основной рацион (ОР)
Опытная	15	ОР + 50 г минерала шунгит

Коровам контрольной группы скармливали основной рацион, опытная группа дополнительно получала 50 г кормовой добавки «БЛЭКФИД» (минерала шунгит). Кормление коров осуществляли – 2 раза в сутки, доение двухразовое, согласно принятому распорядку дня в хозяйстве.

Состав рациона лактирующих коров в период раздоя (первые 90 суток после отёла) был следующим (кг): солома пшеничная – 2,0, сено злаково-бобовое – 4,0, силос злаково-бобовый – 13, сенаж клеверный – 16, шрот рапсовый – 1,5, пшеница плющенная – 1,8, ячмень плющенный – 1,8. При анализе рациона были обнаружены расхождения большинства

показателей по сравнению с нормой более чем на 5 %. Данное расхождение показывает, что используемый рацион не является сбалансированным и нуждается в оптимизации. Данный рацион по энергетической питательности соответствует фактическому суточному удою.

Результаты анализа кормов, используемых в ООО «Суксунское» на наличие микотоксинов и их предельно допустимые концентрации приведены в табл. 3.

Таблица 3. Содержание микотоксинов в кормах

Микотоксины (ГОСТ 34140-2017), мкг/кг	ПДК, мг/кг	Сенаж злаково- бобовый	Кормосмесь	Комбикорм	Сено злаковое	Солома пшеничная
Афлатоксин	0,05	0,04	0,05	0,04	0,01	0,4
ДОН	1,0	0,33	0,82	0,78	–	0,04
Т-2 токсин	0,1	0,01	0,09	0,08	0,01	–
Зеараленон	1,0	0,7	0,9	0,95	–	–
Охратоксин А	0,05	0,03	0,14	0,16	–	–
Фумонизин	2,5	2,5	2,3	2,1	1,7	1,2

Из данных табл. 3 видно, что содержание охратоксина А в кормосмеси и в комбикорме превышает ПДК в 2,8-3,2 раза. Другие микотоксины находятся в пределах ПДК, но в большинстве случаев они находятся на верхней границе.

Контаминация рациона микотоксинами зависит не только от их содержания в пределах ПДК, но также от их количества. Таким образом, если в кормах содержится два и более микотоксинов в пределах ПДК, то их отрицательное влияние на организм возрастает за счёт синергизма. Следует отметить, что в нашем случае эффект синергизма микотоксинов будет сильно выражен, так как в кормосмеси мы обнаружили значительные концентрации всех нормируемых микотоксинов.

Следовательно, можно сделать вывод, что кормовая смесь может оказывать отрицательный эффект на здоровье животных за счет того, что в ней содержатся микотоксины. В данном случае необходимо дополнительно вводить в рацион природные адаптогены для нейтрализации микотоксинов и восстановления обменных процессов.

Молочная продуктивность по результатам исследований приведена в табл. 4.

Таблица 4. Молочная продуктивность коров

Показатель	Группа (n=15)	
	Контрольная	Опытная
Валовой удой молока фактической жирности, кг	1808,2±53,90	1845,4±87,0
В % к контролю	100,00	102,06
Суточный удой молока натуральной жирности, кг/гол	20,1±0,60	20,5±0,97
В % к контролю	100,00	102,0
Валовой удой молока 4%-ной жирности, кг	1793,6±58,92	1834,0±91,48
В % к контролю	100,00	102,3
Суточный удой молока 4%-ной жирности, кг	19,9±0,65	20,4±1,02
В % к контролю	100,0	102,5
Массовая доля жира в молоке, %	3,95±0,03	3,96±0,04
Выход молочного жира, кг	70,6±2,49	72,3±3,77
В % к контролю	100,0	102,4
Массовая доля белка в молоке, %	3,03±0,02	3,06±0,01
Выход молочного белка, кг	54,78±1,05	57,7±1,79
В % к контролю	100,0	105,3

Из представленных данных в таблице видно, что включение в состав основного рациона опытной группе шунгита оказывало положительное влияние на молочную продуктивность коров.

По результатам исследований было установлено, что суточный удой молока натуральной жирности по сравнению с контролем в опытной группе увеличился на 0,4 кг. Показатель валового производства молока в опыте по сравнению с контролем составляет 37,2 кг.

Следует отметить высокий уровень жира (3,91–4,00 %) в молоке коров как контрольной, так и опытной группы, что характеризует в первую очередь биологические особенности суксунской породы. Выход молочного жира был высоким в обеих группах, но в опытной группе он превышал показатели контроля на 2,4 %.

По содержанию белка существенных различий в показателях у животных двух групп не было отмечено.

Заключение. Химический анализ «Блэкфид» показал, что кормовая добавка состоит на 100 % из поверхностно модифицированного минерала шунгит. В состав минерала входят такие компоненты как SiO₂ (54,89 %), Zn (0,008 %), Al₂O₃ (3,67 %), Fe₂O₃ (2,43 %), K₂O (1,05 %), MgO (1,07 %) и другие.

При анализе основного рациона были обнаружены расхождения большинства показателей по сравнению с нормой более чем на 5 %. Это показывает, что используемый рацион не является сбалансирован-

ным и нуждается в оптимизации. Однако данный рацион по энергетической питательности соответствует фактическому суточному удою.

По результатам исследований было установлено, что суточный удой молока натуральной жирности по сравнению с контролем в опытной группе увеличился на 0,4 кг. Показатель валового производства молока в опыте по сравнению с контролем составляет 37,2 кг.

Таким образом, можно сделать вывод, что введение шунгита положительно влияет на показатели молочной продуктивности, в частности на суточный и валовой удой, а также валовой выход молочного белка и жира.

Благодарность. Авторы хотели бы выразить признательность ФГБОУ ВО Российскому государственному аграрному университету – МСХА имени К.А. Тимирязева за финансовую поддержку публикации данной статьи в рамках реализации специальной части программы поддержки и развития университета «Приоритет 2030» (Соглашение № 075-15-2023-220 от 21 февраля 2023 года).

ЛИТЕРАТУРА

1. В. А. Сысеев, Т. Ф. Василенко, Р. В. Русаков Проблемы развития молочного животноводства в России и современные подходы к их решению // Достижения науки и техники АПК. – 2017. – Т. 31. – № 3. – С. 20–24.
2. В. Ф. Радчиков, Д. М. Богданович, В. П. Цай и др. Экструдированное и гранулированное зерно люпина узколистного в кормлении молодняка крупного рогатого скота РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жодино: РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2024. – 109 с.
3. Продуктивность и физико-химический состав молока при использовании в рационе лактирующих коров многокомпонентной кормовой добавки / В. И. Трухачев, Н. П. Буряков, А. Н. Швыдков и др. // Зоотехния. – 2022. – № 1. – С. 2–7.
4. Продуктивное долголетие коров и анализ причин их выбытия / И. А. Тихомиров, В. К. Скоркин, В. П. Аксенова и др. // Вестник Всероссийского научно-исследовательского института механизации животноводства. – 2016. – № 1(21). – С. 64–72.
5. Е. Ю. Гусев, Ю. А. Журавлева, Н. В. Зотова. Взаимосвязь эволюции иммунитета и воспаления у позвоночных // Успехи современной биологии. – 2019. – Т. 139. – № 1. – С. 59–74. doi: 10.1134/S0042132419010058.
6. Затраты корма и Молочная продуктивность коров при скармливании премикса / Н. П. Буряков, М. А. Бурякова, А. Ю. Загарин и др. // Современные проблемы зоотехнии: Сборник трудов по материалам Международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию со дня рождения доктора сельскохозяйственных наук, профессора Бакай Анатолия Владимировича (1946–2020) в рамках Года науки и технологий Российской Федерации по тематике «Генетика и качество жизни», Москва, 14 декабря 2021 года. – Москва: ZooВетКнига, 2022. – С. 22–26.

7. Влияние минерального адсорбента на продуктивность лактирующих коров при скармливании контаминированных кормов / Н. П. Буряков, Л. В. Сычева, В. Г. Косолапова и др. // Кормопроизводство. – 2022. – № 9. – С. 34–39.

8. Fujii J., Iuchi Y., Okada F. Fundamental roles of reactive oxygen species and protective mechanisms in the female reproductive system // *Reprod Biol Endocrinol.* – 2005. – Vol. 3. – № 43 (2005). <https://doi.org/10.1186/1477-7827-3-43>.

9. Garcia-Vaquero M. Food applications // *Microalgae: Cultivation, Recovery of Compounds and Applications* Edited, 1st ed.; Galanakis, C.M., Ed.; Elsevier Science: Cambridge, MA, USA, 2020; pp. 207–232.

10. Martins C. F., Pestana J. M., Alfaia C. M., Costa M., Ribeiro D. M., Coelho D., Lopes P.A., Almeida A.M., Freire J.P.B., Prates J.A.M. Effects of *Chlorella vulgaris* as a Feed Ingredient on the Quality and Nutritional Value of Weaned Piglets' Meat. *Foods.* 2021; 10(6):1155. <https://doi.org/10.3390/foods10061155>.

11. Влияние минерального адсорбента на продуктивность лактирующих коров при скармливании контаминированных кормов / Н. П. Буряков, Л. В. Сычева, В. Г. Косолапова и др. // Кормопроизводство. – 2022. – № 9. – С. 34–39.

12. Кочиш, И. И., Никонов И. Н., Капитонова Е. А. Применение комплекса дополнительного питания из минерала шунгита в рационах для цыплят-бройлеров // *Ученые записки УО ВГАВМ.* – 2022. – Т. 58. – Вып. 4. – № 117. doi: 10.52368/2078-0109-2022-58-4-117-120.

13. Buryakov, N. P., Sycheva L. V., Trukhachev V. I., Zaikina A. S., Buryakova M. A., Nikonov I. N., Petrov A. S., Kravchenko A. V., Fathala M. M., Medvedev I. K. et al. Role of Dietary Inclusion of Phytobiotics and Mineral Adsorbent Combination on Dairy Cows' Milk Production, Nutrient Digestibility, Nitrogen Utilization, and Biochemical Parameters // *Vet. Sci.* – 2023. – Vol. 10. – № 238. <https://doi.org/10.3390/vetsci10030238>.

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМЛЕНИЯ РЕМОНТНЫХ ТЁЛОК В ВОЗРАСТЕ 10–60 ДНЕЙ

Г.Н. РАДЧИКОВА, Д.М. БОГДАНОВИЧ

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

И. Ф. ГОРЛОВ, М. И. СЛОЖЕНКИНА

*ФГБНУ «Поволжский научно-исследовательский институт
производства и переработки мясомолочной продукции»,
г. Волгоград, Россия, 400131*

П. В. СКРИПИН, А. В. КОЗЛИКИН

*ФГБУ ВО «Донской государственный аграрный университет»,
п. Персиановский, Россия, 346493*

И. Б. ИЗМАЙЛОВИЧ, Н. А. САДОМОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 21.03.2024)

Технология выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота с учетом его биологических особенностей должна способствовать нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции, продлению сроков хозяйственного пользования животными. Целью исследований явилась разработка технологии кормления племенного молодняка крупного рогатого скота (ремонтных тёлочек) с оптимальной продолжительностью молочного периода.

Разработана схема выйки телят в возрасте 10–65 дней с продолжительностью молочного периода 65 дней. В результате проведенных исследований установлено, что введение опытного заменителя цельного молока, согласно разработанной схеме выйки для телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, физиологическое состояние животных.

Использование заменителя цельного молока в рационах телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови. При этом наблюдалось повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %.

По результатам взвешивания установлено, что наибольшей энергией роста обладали животные, получавшие рацион с цельным молоком в связи с чем валовой прирост у них за период опыта оказался выше по отношению к животным, потреблявшим заменитель цельного молока на 2,1 %. В связи с этим среднесуточный прирост живой массы у телят опытной группы, в состав рациона которых входило цельное молоко, оказался также незначительно выше и составил 711 г, или увеличился на 2,2 %.

Ключевые слова. телята, цельное молоко, ЗЦМ, рационы, кровь, продуктивность, затраты кормов, эффективность.

The technology for raising replacement young cattle, taking into account its biological characteristics, should contribute to normal growth, development, the formation of high productivity and a strong constitution, and the extension of the economic life of animals. The purpose of the research was to develop a technology for feeding young breeding cattle (replacement heifers) with the optimal duration of the milking period.

A feeding scheme for calves aged 10–65 days with a milk period of 65 days has been developed. As a result of the studies, it was established that the introduction of an experimental whole milk substitute, according to the developed feeding scheme for calves aged 10–65 days, has a positive effect on the palatability of feed and the physiological state of animals.

The use of a whole milk substitute in the diets of calves aged 10–65 days has a positive effect on the redox processes in the animals' bodies, as evidenced by the morpho-biochemical composition of the blood. At the same time, an increase by 4.6 % in the concentration of erythrocytes was observed, hemoglobin – by 2.6 %, total protein – by 3.0 %, glucose – by 5.9 %.

Based on the results of weighing, it was established that the animals that received a diet with whole milk had the greatest growth energy, and therefore their gross growth during the experimental period was higher by 2.1 % in relation to the animals that consumed a whole milk substitute. In this regard, the average daily increase in live weight in calves of the experimental group, whose diet included whole milk, was also slightly higher and amounted to 711 g, or increased by 2.2 %.

Key words: calves, whole milk, whole milk replacer, diets, blood, productivity, feed costs, efficiency.

Введение. Технология выращивания молодняка крупного рогатого скота с учетом его биологических особенностей должна способствовать нормальному росту, развитию, формированию высокой продуктивности и крепкой конституции, продлению сроков хозяйственного пользования животных [1–4].

Кормление телят раннего возраста должно обеспечивать рациональное сочетание полноценного питания по типу моногастрического животного при одновременном целенаправленном стимулировании развития функции преджелудков за счет растительных кормов [5–8].

До 2-месячного возраста телята должны получать корма с высокой биологической ценностью протеинов, пока недостаточно развит рубец и синтез микробного белка в преджелудках отсутствует или происходит очень слабо. В этот период практически невозможно обеспечить телят полноценным протеином без скармливания молока. С развитием преджелудков источниками протеина становятся и разнообразные растительные корма [9–11].

В послемолочный период молодняк переводят на растительные корма. Основные задачи этого периода: формирование животных желательного типа; достижение высокой живой массы и упитанности во время убоя при выращивании на мясо [12–15].

Системы кормления и рационы должны обеспечить нормальный рост и развитие молодняка. В первые 10–15 дней после рождения основным кормом для телят является молоко. Однако молоко является ценным продуктом питания людей, поэтому его надо экономно использовать на кормовые цели [16–18].

Затраты на выращивание молодняка при использовании чисто молочных программ кормления достаточно велики. На выпойку одного телят обычно требуется 250–500 кг цельного молока. Расход на выпойку молодняка значительных количеств молока наряду с удорожанием выращивания животных ведет к резкому снижению товарности молока и исключает его из сферы непосредственного использования человеком.

Использование ЦЦМ при выращивании телят позволяет сократить срок выпойки молока до 7–10 дней, а его количество до 50–60 кг на голову.

До недавнего времени в хозяйствах традиционно использовали схему выпойки телят, предусматривающую скормливание молочных кормов на протяжении 4 месяцев. Однако мировой практикой доказано, что молочный период можно сократить до 2–3 месяцев. Главным критерием при этом является физиологическое развитие телят и их способность потреблять растительные корма в необходимых количествах [19–21].

Цель исследований – освоить технологию выращивания ремонтных телок в возрасте 10–60 дней.

Основная часть. Для достижения поставленной цели отобраны образцы кормов, используемые в кормлении животных (молочные корма, комбикорм КР-1, кукуруза, сено злаково-бобовое, силосно-сенажная смесь). Анализ химического состава кормов проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам зоотехнического анализа. В кормах определяли: влагу по ГОСТ 13496.3-92; кальций, фосфор (ГОСТ 26570-95; 26657-97); общий азот (ГОСТ 13496.4-93), сырая клетчатка (13496.2-91), сырой жир (13492.15-97), сырая зола (26226-95), сухое и органическое вещество по методикам (Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленькая, 1981; Е. А. Петухова, 1989), а остальные показатели брали из справочника нормы кормления крупного рогатого скота (Н. А. Попков и др., 2011).

По данной программе проведено 6 научно-хозяйственных опытов и 3 производственные проверки в условиях ГП «Жоди́ноАгроПлемЭли-

та» на МТК «Рассошное» и «Березовица» сотрудниками лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству».

Исследования проведены на 2-х группах телят средней живой массой в начале опыта 39,7–41,3 кг в течение 50 дней с учетом требований методических рекомендаций по проведению зоотехнических опытов (табл. 1).

Таблица 1. Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	50	50	Основной рацион (ОР) – комбикорм КР -1, цельное молоко, сено злаковое, силосно-сенажная смесь
II опытная	50	50	ОР + ЗЦМ

Все подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление осуществлялось два раза в сутки, поение из автопоилок, содержание беспривязное.

Различия в кормлении заключались в том, что животные контрольной группы получали рацион состоящий из комбикорма КР-1, сена злакового, цельного молока, согласно детализированным нормам, а их аналогам из опытной группы выпаивали заменитель цельного молока.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели: химический состав и питательность кормов – путем исследования их образцов; поедаемость кормов – на основании данных взвешивания заданных кормов и их остатков – один раз в 10 дней; физиологическое состояние животных и протекание в организме обменных процессов – взятием крови в конце опыта у 3 животных из каждой группы и исследование её по следующим показателям: морфологический состав – эритроциты, лейкоциты, гемоглобин, тромбоциты и гематокрит – анализатором URIT (в цельной крови); сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, Са, Р – анализатором ACCENT 200; интенсивность роста животных – по данным индивидуального взвешивания животных в начале и в конце опыта; экономическую эффективность определяли по следующим показателям: затраты кормов на производство продукции, стоимость рациона, себестоимость производства продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Excel.

В состав рациона включали базовый вариант стартерного комбикорма КР-1, сено злаковое. Цельное молоко, заменитель цельного мо-

лока задавались телятам нормировано и съедались в одинаковых количествах.

По поедаемости комбикорма КР-1, сена, силосно-сенажной смеси установлены незначительные различия.

В суточных рационах ремонтных телок (табл. 2) подопытных групп содержалось 2,40 и 2,38 корм. ед., а концентрация в сухом веществе находилась на уровне 1,75 и 1,82 кормовой единицы.

Таблица 2. Среднесуточный рацион подопытных животных (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа			
	I		II	
	кг	%	кг	%
Комбикорм КР-1	0,48	24,17	0,52	26,05
Молоко цельное	6,0	72,50	—	—
ЗЦМ	—	—	0,75	70,17
Сено злаковое	0,10	2,08	0,11	2,10
Силосно-сенажная смесь	0,10	1,25	0,13	1,68
В рационе содержится:				
Кормовых единиц	2,40		2,38	
Обменной энергии, МДж	20,8		18,0	
Сухого вещества, кг	1,4		1,3	
Сырого протеина, г	307		288	
Переваримого протеина, г	270		224	
Сырого жира, г	232		132,4	
Сырой клетчатки, г	44,3		50,1	
Крахмала, г	167		182	
Сахара, г	297,9		250,1	
Кальция, г	14,7		9,7	
Фосфора, г	10,7		8,6	
Натрия, г	1,0		1,0	
Магния, г	1,8		1,7	
Калия, г	17,0		17,4	
Серы, г	3,2		3,5	
Железа, мг	124,2		115,7	
Меди, мг	8,1		9,0	
Цинка, мг	37,7		42,6	
Марганца, мг	73,8		110,0	
Кобальта, мг	1,55		2,36	
Йода, мг	0,3		1,0	
Каротина, мг	11,0		8,0	
Витамина А, тыс. МЕ	17,6		56,2	
Витамина D, тыс. МЕ	96,8		34,9	
Витамин Е, мг	35,9		71,4	

Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества рациона находилась в пределах 15,2 и 13,8 МДж. На содержание сахара в сухом

веществе приходилось 21,8 и 19,1 %. Кальций-фосфорное отношение – на уровне 1,37 и 1,13:1.

За время проведения исследований показатели крови телят находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов у молодняка всех групп, а значит с включением заменителя цельного молока не выявлено отрицательного воздействия на здоровье подопытных телят (табл. 3).

Таблица 3. **Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 58 дней**

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, $10^{12}/л$	4,36±0,06	4,56±0,14
Лейкоциты, $10^9/л$	9,55±0,03	9,6±0,03
Гемоглобин, г/л	101,3±1,09	103,9±1,62
Общий белок, г/л	56,6±0,6	58,3±0,6
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,1	5,4±0,1
Мочевина, ммоль/л	3,5±0,01	3,54±0,02
Кальций, ммоль/л	2,54±0,03	2,57±0,03
Фосфор, ммоль/л	2,18±0,01	2,18±0,01
Тромбоциты, $10^9/л$	361,3±1,5	366±2,1
Гематокрит, %	16,5±0,7	17,6±0,4

При использовании заменителя цельного молока у телят II опытной группы установлено повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %.

Величина живой массы – один из объективных критериев оценки мясной продуктивности, роста и развития молодняка. Исследованиями установлено, что съёмная живая массы в конце опыта различалась между группами в соответствии с интенсивностью роста животных (табл. 4).

Таблица 4. **Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят**

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:	в начале опыта	39,7±1,5
	в конце опыта	41,3±1,5
	75,3±0,9	76,1±0,9
Валовой прирост, кг	35,5±0,6	34,8±0,8
Среднесуточный прирост за опыт, г	711,0±12,2	696±15,3
% к контролю	100,0	97,9
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед	3,37	3,42

По результатам взвешивания установлено, что среднесуточные приросты живой массы у подопытных телят оказались различными и составили 711 и 696 г. Наибольшей энергией роста обладали живот-

ные, получавшиеся рацион с цельным молоком, в связи с чем, валовой прирост молодняка I группы за опыт оказался выше по отношению к животным II группы на 2,1 %.

На основании затраченных кормов, данных среднесуточных приростов, реализационной цены, рассчитаны экономические показатели телят на рационах с заменителем цельного молока (табл. 5).

Таблица 5. Экономическая эффективность использования заменителя цельного молока в рационах телят

Показатель	Группа	
	I	II
Стоимость ЗЦМ, руб./кг	–	5,08
Стоимость цельного молока, руб./кг	0,70	–
Стоимость комбикорма КР-1, руб./кг	1,54	1,54
Стоимость сена, руб./кг	0,10	0,10
Стоимость силосно-сенажной смеси, руб./кг	0,078	0,078
Стоимость суточного рациона, руб./гол.	4,95	4,62
Стоимость кормов за период опыта, руб.	247,5	231,0
Стоимость 1 корм. ед., руб.	2,06	1,94
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	6,95	6,64
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	10,37	9,91

В результате исследований установлено, что скармливание ремонтным телкам в возрасте 10–60 дней заменителя цельного молока привело к снижению стоимости суточного рациона на 6,7 %, себестоимости прироста – на 4,4 %.

Заключение. Разработана схема выпойки телят в возрасте 10–65 дней с продолжительностью молочного периода 65 дней.

Введение опытного заменителя цельного молока согласно разработанной схеме выпойки для телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, физиологическое состояние животных.

Использование заменителя цельного молока в рационах телят в возрасте 10–65 дней оказывает положительное влияние на окислительно-восстановительные процессы в организме животных, о чем свидетельствует морфо-биохимический состав крови. При этом наблюдалось повышение концентрации эритроцитов – на 4,6 %, гемоглобина – 2,6 %, общего белка – 3,0 %, глюкозы – 5,9 %.

По результатам взвешивания установлено, что наибольшей энергией роста обладали животные, получавшиеся рацион с цельным молоком, в связи с чем валовой прирост у них за период опыта оказался выше по отношению к животным, потреблявшим заменитель цельного

молока на 2,1 %. В связи с этим среднесуточный прирост живой массы у телят опытной группы, в состав рациона которых входило цельное молоко, оказался также незначительно выше и составил 711 г, или увеличился на 2,2 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Особенности рубцового пищеварения нетелей при скармливании рационов в летний и зимний периоды / В. П. Цай, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, А. Н. Кот, А. М. Глинкова, В. М. Будько // Фундаментальные и прикладные проблемы повышения продуктивности животных и конкурентоспособности продукции животноводства в современных экономических условиях АПК РФ: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Ульяновск, 2015. – Т. 1: Кормопроизводство, кормление сельскохозяйственных животных и технология кормов. – С. 300–303.
2. Радчиков В. Ф., Шнитко Е. А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2013 г.). – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151–155.
3. Радчиков В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – 190 с.
4. Радчиков В. Повышение эффективности использования зерна // Комбикорма. – 2003. – № 7. – С. 30
5. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук, С. А. Линкевич, Е. Г. Кот, С. П. Воронин, Д. С. Воронин, В. В. Фесина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
6. Комбикорм кр-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин, О. Ф. Ганущенко, С. А. Ярошевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 114–123.
7. Люндышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков // Агропанорама. – 2012. – № 6(94). – С. 13–15.
8. Радчиков В. Ф., Цай В. П., Гурин В. К. Скармливаем жом деньги бережем // Бел. сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 58–59.
9. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин, В. П. Цай, О. Ф. Ганущенко, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева. – Жодино, 2017. – 118 с.
10. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сб. науч. ст. – Гродно: ГГАУ, 2014. – Т. 26. – С. 246–257.
11. Радчиков В. Ф., Кот А. Н., Шевцов А. Н. Использование новых бвмд на основе местного сырья в рационах бычков // Ученые записки учреждения образования Витебского ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205–206.
12. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Г. В. Бесараб, С. А. Ярошевич, Л. А. Возмитель, О. Ф. Ганущенко, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина // В Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2018. – С. 161–163.

13. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов, Р. В. Лобан, В. И. Леткевич, В. Ф. Радчиков, А. А. Козырь, И. Г. Зубко, М. М. Мысливец, И. П. Янель, М. Н. Чадович, М. М. Булыга, А. В. Кузьменко, В. Н. Пилюк. – Жодино, 2015. – 92 с.
14. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, С. А. Ярошевич, В. А. Ляндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159–163.
15. Влияние скармливания комбикорма КР-1 с селеном телятам на конверсию энергии рационов в продукцию / И. В. Сучкова, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, Н. А. Яцко, В. В. Букас // Учёные записки ВГАВМ. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 299–304.
16. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич, Е. В. Петрушко, А. Н. Кот, Е. И. Приловская. – Жодино, 2021. – 21 с.
17. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – Жодино, 2003. – 71 с.
18. Панова В. А., Радчиков В. Ф., Лосев Н. В. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодино, 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
19. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, О. Ф. Ганушенко, В. Г. Микуленок // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2021. – С. 263–271.
20. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, М. Е., Е. И. Приловская, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
21. Совершенствование B_{12} витаминного питания телочек, идущих на воспроизводство / И. С. Серяков, Н. М. Былицкий, О. Г. Цикунова, В. В. Скобелев // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2014. – Вып. 17, Ч. 1. – С. 162–168.

ВЛИЯНИЕ СКАРМЛИВАНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ЦИНКА НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА

А. Н. КОТ, Н. В. ПИЛЮК, М. В. ДЖУМКОВА

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

А. К. НАТЫРОВ, Н. Н. МОРОЗ

*ФГБОУ ВО «Калмыцкий государственный университет
имени Б. Б. Городовикова»,
г. Элиста, Республика Калмыкия, 358000*

И. С. СЕРЯКОВ, А. Я. РАЙХМАН, А. Г. МАРУСИЧ, В. И. ПЕТРОВ

*УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407*

(Поступила в редакцию 25.03.2024)

На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания.

В статье приводятся данные по изучению влияния различных дозировок цинка в органической форме на организм молодняка крупного рогатого скота. Отличием между контрольной и опытными группами заключалось в том, что в контрольной группе животные получали сернокислый цинк, а в опытных – сернокислый цинк был заменен на глицинат цинка в количестве 50 %, 75 и 100 %. В результате проведенных исследований установлено, что замена сернокислого цинка на его хелатную форму в количестве 75 % и 100 % от нормы в рационах бычков 6–9-месячного возраста, способствовала повышению содержания общего азота в рубцовой жидкости на 1,7–3,0 % и снижению количества аммиака на 3,2–4,9 %. Использование органических и неорганических солей цинка в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота не оказало значительного влияния на состав крови животных. У животных четвертой опытной группы отмечено повышение содержания мочевины на 4,9 %, а в III группе белка – на 5,4 %. Среднесуточный прирост живой массы в животных III и IV опытных групп увеличился

на 4,0–5,4 %. В результате, затраты кормов снизились на 2,6–3,3 %. Снижение нормы органического цинка до 50 % положительного эффекта не дало.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, кормление, рационы, минеральные вещества, пищеварение, продуктивность, эффективность.

The complete nutrition of young cattle and adult animals, along with satisfying their needs for basic nutrients, is significantly influenced by the supply of minerals and vitamins. In connection with the expansion and detailing of ideas about the needs of animals and the physiological role of biogenic mineral elements, these issues have acquired great importance in organizing their nutrition.

The article provides data on the study of the effect of various dosages of zinc in organic form on the body of young cattle. The difference between the control and experimental groups was that in the control group the animals received zinc sulfate, and in the experimental group, zinc sulfate was replaced by zinc glycinate in amounts of 50 %, 75 and 100 %. As a result of the studies, it was established that replacing zinc sulfate with its chelate form in an amount of 75 % and 100 % of the norm in the diets of bulls 6–9 months of age contributed to an increase in the total nitrogen content in the rumen fluid by 1.7–3.0 % and reducing the amount of ammonia by 3.2–4.9 %. The use of organic and inorganic zinc salts in the composition of feed for young cattle did not have a significant effect on the composition of the blood of animals. In animals of the fourth experimental group, an increase in urea content was noted by 4.9 %, and in group III protein – by 5.4 %. The average daily increase in live weight in animals of experimental groups III and IV was 4.0–5.4 %. As a result, feed costs decreased by 2.6–3.3 %. Reducing the norm of organic zinc to 50 % did not produce a positive effect.

Key words: young cattle, feeding, diets, minerals, digestion, productivity, efficiency.

Введение. Продуктивность клинически здоровых животных на 60–70 % зависит от качества и полноценности кормления. Чем выше продуктивность животных, тем более высокие требования предъявляются к качеству кормов и сбалансированности рационов по питательным веществам [1–3]. Поэтому обеспеченность сельскохозяйственных животных всеми питательными веществами играет важную роль в повышении их продуктивности [4–6].

На полноценность питания молодняка крупного рогатого скота и взрослых животных, наряду с удовлетворением их потребности в основных питательных веществах, существенное влияние оказывает обеспеченность их минеральными веществами и витаминами. В связи с расширением и детализацией представлений о потребностях животных и о физиологической роли биогенных минеральных элементов эти вопросы приобрели огромное значение при организации их питания [7–8].

Действуя в качестве катализаторов многочисленных реакций обмена веществ в организме, биологически активные вещества способствуют снижению потерь основных питательных веществ корма, связанных с процессом превращения их в вещества тела и продукцию. Причем, с ростом продуктивности в организме животных происходит

интенсификация обменных процессов, на которые большое влияние оказывают микроэлементы, так как являются активными их участниками. В результате более эффективного использования питательных веществ рациона производство продукции животноводства на тех же кормах значительно увеличивается [9, 10].

Дефицит нормируемых минеральных веществ приводит к снижению продуктивности животных и возникновению ряда эндемических заболеваний [11–13].

Интенсивность и направленность процессов обмена веществ определяют скорость отложения питательных веществ в тканях, накопление в организме белка, жира и других веществ. Все эти процессы протекают с определенной скоростью в разных направлениях одновременно по строгой согласованности и взаимодействию, благодаря участию в них биологических катализаторов-ферментов (специфических белков), в активности которых играют важную роль гормоны, минеральные вещества, витамины, ферменты – белки сложной структуры.

На практике для восполнения недостатка минеральных веществ широко используются кормовые добавки, ЗЦМ, которые восполняют рацион животных по недостающим элементам питания и служат активаторами обменных процессов, оказывая комплексное положительное влияние на весь организм [14–16].

Отечественная и мировая практика аргументированно доказала, что применение в рационах сельскохозяйственных животных и птицы биологически активных веществ позволяет получать от них больше продукции при одновременном снижении затрат кормов [17–20].

Цель работы – изучение закономерностей протекания пищеварительных процессов в рубце и обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота при скармливании органического соединения цинка.

Для достижения цели были поставлены следующие задачи:

- определение химического состава кормов;
- определение влияния различных микроэлементов на показатели рубцового пищеварения молодняка крупного рогатого скота;
- определение морфо-биохимических показателей крови подопытных животных;
- оценка продуктивности подопытных животных, потребляющих рационы с различными видами микроэлементов;

– определение эффективности использования кормов на производство продукции.

Основная часть. Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита».

Изучение протекания пищеварительных процессов в рубце молодняка крупного рогатого скота и обмена веществ в организме при скармливании различных видов микроэлементов на молодняке крупного рогатого скота в возрасте 6–9 месяцев. Для выполнения поставленных задач методом пар-аналогов были подобраны две группы клинически здоровых животных с учетом живой массы, возраста, упитанности и одинаковой продуктивности.

В контрольной группе в составе концентрированных кормов скармливалась соль сернокислого цинка, а в опытной группе – органического (табл. 1).

Таблица 1. **Схема исследований**

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм) + сернокислый цинк согласно нормам
II опытная	3	30	ОР + органический цинк (50% от потребности)
III опытная	3	30	ОР + органический цинк (75% от потребности)
IV опытная	3	30	ОР + органический цинк (100% от потребности)

По такой же схеме проведен и научно-хозяйственный опыт для определения оптимальной нормы скармливания органического цинка молодняку крупного рогатого скота.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребления кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

В опытах определялись следующие показатели:

– поедаемость кормов – путем проведения ежедекадных контрольных кормлений в течение двух смежных суток по разности массы заданных кормов и несъеденных остатков;

– интенсивность роста и уровень среднесуточных приростов животных – путем индивидуального взвешивания в начале и в конце опыта;

– эффективность использования кормов – путем расчета затрат энергии на прирост.

Для определения питательности рационов были отобраны и проанализированы корма, используемые для кормления подопытных животных. В лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству» определялся химический состав кормов, используемых в опытах по схеме общего зоотехнического анализа. Отбор проб проведен по ГОСТ 27262-87.

Количественные и качественные параметры процессов рубцового метаболизма определяли методом *in vivo*.

Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путем отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2–2,5 часа после утреннего кормления и отфильтрованного через четыре слоя марли.

Кровь для анализа отбиралась в утренние часы кормления, стабилизировалась трилоном-Б (2,0–2,5 ед./мл). Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора «Accent 200», гематологические показатели на анализаторе «URIT-3000Vet Plus».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учетом критерия достоверности по Стьюденту.

На протяжении всего опыта подопытные животные получали кукурузный силос и комбикорм. Отличием между контрольной и опытными группами заключалось в том, что в контрольной группе животные получали сернистый цинк, а в опытных – сернистый цинк был заменен на глицинат цинка в количестве 50 %, 75 и 100 %. Силос животные получали вволю, комбикорм – нормировано.

В структуре рациона на долю концентрированных кормов, приходилось 34 % по питательности. Травяные корма в структуре рациона занимали 66 %. Концентрированные корма животные съедали полностью. Потребление кукурузного силоса в обеих группах находилось на одном уровне.

Потребление этих кормов бычками разных групп находилось на одинаковом уровне, хотя в потреблении силоса были замечены не-

большие отличия. Состав рационов и их питательность по фактически съеденным кормам приведен в табл. 2.

Таблица 2. Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа животных			
	I	II	III	IV
Силос кукурузный, кг	12,01	11,90	12,23	12,35
Комбикорм, кг	2,00	2,00	2,00	2,00
В рационе содержится:				
Корм. ед.	6,04	6,01	6,11	6,15
Обменная энергия, МДж	63,5	63,2	64,3	64,6
Сухое вещество, г	5,90	5,87	5,97	6,01
Сырой протеин, г	501,7	499,7	506,4	508,9
Сырой жир, г	148,9	148,0	150,8	151,8
Сырая клетчатка, г	1036,7	1029,4	1053,3	1062,0
Кальций, г	46,72	46,47	47,28	47,58
Фосфор, г	27,96	27,83	28,25	28,40
Магний, г	14,57	14,48	14,78	14,89
Калий, г	77,57	77,06	78,73	79,33
Сера, г	12,44	12,37	12,61	12,70
Железо, мг	1674	1662	1701	1715
Медь, мг	166	166	167	167
Цинк, мг	288	286	290	292
Марганец, мг	517	515	524	527
Кобальт, мг	2,80	2,80	2,81	2,81
Йод, мг	2,80	2,78	2,83	2,85

В среднем в сутки подопытный молодняк получал 5,9–6,0 кг/голову сухого вещества рациона. Содержание обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составило 10,7 МДж/кг. На долю сырого протеина в сухом веществе рационов приходилось 8,5 %. Количество клетчатки в сухом веществе составило 18%. В одном килограмме сухого вещества содержалось 1 корм. ед.

О состоянии ферментативных процессов, образовании метаболитов, их всасывании и использовании в организме можно судить по реакции содержимого рубца. Анализ результатов изучения рубцовой жидкости показал, что исследуемые показатели у животных опытных групп отличались незначительно (табл. 3).

Таблица 3. Параметры рубцового пищеварения

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	6,58±0,13	6,65±0,11	6,34±0,10	6,57±0,06
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,65±0,35	10,55±0,25	10,9±0,30	10,6±0,50
Аммиак, мг/100 мл	15,4±0,70	14,9±0,60	14,65±1,15	14,85±0,85
Азот общий, мг/100 мл	117±4	120,5±2,50	119±30	118±10

Отмечена тенденция повышения уровня общего азота у животных второй и третьей групп на 0,9–3,0 %. В то же время установлено снижение содержания аммиака 3,2–4,9 %. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Несмотря на некоторые изменения в протекании процессов пищеварения в рубце животных, все показатели находились в пределах нормы.

Как показали исследования, гематологические показатели находились в пределах физиологических норм (табл. 4).

Таблица 4. Гематологические показатели

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	$6,4 \pm 0,17$	$6,2 \pm 0,280$	$6,5 \pm 0,180$	$6,53 \pm 0,20$
Гемоглобин, г/л	$112,3 \pm 3,38$	$111,7 \pm 4,09$	$115,3 \pm 4,09$	$116,0 \pm 3,05$
Общий белок, г/л	$77 \pm 2,46$	$78,0 \pm 3,70$	$81,9 \pm 3,69$	$78,93 \pm 1,91$
Глюкоза, ммоль/л	$2,83 \pm 0,12$	$2,8 \pm 0,120$	$2,87 \pm 0,140$	$2,97 \pm 0,090$
Мочевина, ммоль/л	$3,66 \pm 0,1$	$3,68 \pm 0,210$	$3,59 \pm 0,150$	$3,84 \pm 0,140$
Кальций общий, ммоль/л	$2,82 \pm 0,2$	$2,86 \pm 0,140$	$2,77 \pm 0,20$	$2,92 \pm 0,110$
Фосфор неорганический, ммоль/л	$1,91 \pm 0,05$	$1,85 \pm 0,10$	$1,87 \pm 0,080$	$1,94 \pm 0,040$

Использование органических и неорганических солей цинка в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота не оказало значительного влияния на состав крови животных. У животных четвертой опытной группы отмечено повышение содержания мочевины на 4,9 %, а в III группе белка – на 5,4 %. Однако отмеченные различия были недостоверны.

Контроль за живой массой подопытных животных осуществлялся путем проведения взвешиваний животных. В результате установлено влияние солей цинка на продуктивность животных (табл. 5).

Таблица 5. Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	$208,3 \pm 5,3$	$204,7 \pm 3,80$	$210,3 \pm 2,60$	$210,3 \pm 4,90$
в конце опыта	$233,3 \pm 5,2$	$229,3 \pm 4,70$	$236,3 \pm 2,40$	$236,7 \pm 4,30$
Валовой прирост	$25 \pm 0,6$	$24,7 \pm 1,20$	$26 \pm 0,60$	$26,3 \pm 0,70$
Среднесуточный прирост, г	$833 \pm 19,3$	822 ± 400	$866,7 \pm 19,30$	$877,7 \pm 22,30$
% к контролю	100	98,7	104,0	105,4
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	7,26	7,32	7,07	7,02
в % к контролю	–	100,8	97,4	96,7

Изучение динамики роста молодняка крупного рогатого скота показало, что включение в состав рациона различных доз глицината цинка оказало определенное влияние на энергию роста животных. Так, у животных, получавших соль в органической форме в количестве 50 % от нормы, отмечено снижение энергии роста на 1,3 %. У молодняка III и IV опытных групп установлено повышение продуктивности на 4,0–5,4 %. Также в этих группах более эффективно использовались питательные вещества рациона. Благодаря этому затраты кормов в третьей и четвертой группах были ниже, чем в первой на 2,6–3,3 % и составили 7,07 и 7,02 корм. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель был равен 7,26 корм. ед.

Заключение. Замена сернокислого цинка на его хелатную форму в количестве 75 % и 100 % от нормы в рационах бычков 6–9-месячного возраста, способствовала повышению содержания общего азота в рубцовой жидкости на 1,7–3,0 % и снижению количества аммиака на 3,2–4,9 %. Среднесуточный прирост живой массы в животных III и IV опытных групп увеличился на 4,0–5,4 %. В результате, затраты кормов снизились на 2,6–3,3 %. Снижение нормы органического цинка до 50 % положительного эффекта не дало.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физиологическое состояние и продуктивность бычков при скармливании зерна новых сортов крестоцветных и бобовых культур / В. Ф. Радчиков, И. Ф. Горлов, В. К. Гурин, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2014. – Т. 26. – С. 246.
2. Радчиков, В. Ф. Совершенствование системы полноценного кормления молодняка крупного рогатого скота. – Барановичи, 2003. – 190 с.
3. Продукты переработки рапса в рационах молодняка крупного рогатого скота / С. И. Кононенко, И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, А. М. Глинкова // Сборник научных трудов СКНИИЖ. – Краснодар, 2014. – Вып. 3. – С. 136–141.
4. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин, В. П. Цай, О. Ф. Ганущенко, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева. – Жодио 2017. – 118 с.
5. Панова В. А., Радчиков В. Ф., Лосев Н. В. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр. – Жодио, 2002. – Т. 37. – С. 173–176.
6. Радчиков В. Ф., Цай В. П., Гурин В. К. Скармливаем жом деньги бережем // Бел. сельское хозяйство. – 2012. – № 1. – С. 58–59.
7. Рекомендации по использованию молока коз-продуцентов рекомбинантного лактоферрина в рационах телят молочного периода / Д. М. Богданович, В. Ф. Радчиков, А. И. Будевич, Е. В. Петрушко, А. Н. Кот, Е. И. Приловская. – Жодио, 2021. – 21 с.
8. Комбикорм кр-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарева, В. К. Гурин, О. Ф. Ганущенко, С. А. Ярошевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Жодио, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 114–123.

9. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалева, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, О. Ф. Ганущенко, В. Г. Микуленок // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии: материалы Междунар. науч.-практ. конф. – Брянск, 2021. – С. 263–271.
10. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия / Н. А. Попков, И. С. Петрушко, С. В. Сидунов, Р. В. Лобан, В. И. Леткевич, В. Ф. Радчиков, А. А. Козырь, И. Г. Зубко, М. М. Мысливец, И. П. Янель, М. Н. Чадович, М. М. Булыга, А. В. Кузьменко, В. Н. Пилук. – Жодино, 2015. – 92 с.
11. Радчиков В. Ф., Шнитко Е. А. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных: сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2013 г.). – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151–155.
12. Люндышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков // Агропанорама. – 2012. – № 6 (94). – С. 13–15.
13. Влияние скормливания комбикорма КР-1 с селеном телятам на конверсию энергии рационов в продукцию / И. В. Сучкова, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин, Н. А. Яцко, В. В. Букас // Учёные записки ВГАВМ. – 2012. – Т. 48, вып. 1. – С. 299–304.
14. Сушенная барда в рационах бычков / А. Н. Кот, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, Г. В. Бесараб, С. А. Ярошевич, Л. А. Возмитель, О. Ф. Ганущенко, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ. конф. – Гродно, 2018. – С. 161–163.
15. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, М. Е., Е. И. Приловская, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. – № 2 (10). – С. 50–61.
16. Микроэлементные добавки в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалева, С. А. Ярошевич, В. А. Люндышев // Сельское хозяйство. – 2011. – Т. 1. – С. 159–163.
17. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота. – Жодино, 2003. – 71 с.
18. Люндышев В. А., Радчиков В. Ф., Гурин В. К. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса // Инновационное развитие АПК: проблемы и перспективы: сб. материалов междунар. науч.-практ. конф. – Смоленск, 2015. – Ч. 2. – С. 123–130.
19. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук, С. А. Линкевич, Е. Г. Кот, С. П. Воронин, Д. С. Воронин, В. В. Фесина // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. – № 3. – С. 80–86.
20. Использование новых бвмд на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки учреждения образования Витебская ордена Знак почета государственная академия ветеринарной медицины. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205–206.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНЫХ ДОЗ ЖМЫХА ЛЬНА МАСЛИЧНОГО

**В. Ф. РАДЧИКОВ, Т. Л. САПСАЛЁВА, В. П. ЦАЙ,
А. М. ГЛИНKOVA, Г. В. БЕСАРАБ**

*РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству»,
г. Жодино, Республика Беларусь, 222163*

(Поступила в редакцию 25.03.2024)

Разработаны составы комбикормов с использованием жмыха из льна масличного для телят послемолочного периода, изучено влияние различных уровней ввода льняного жмыха на переваримость и использование питательных веществ рационов, определено физиологическое состояние и продуктивность животных при скармливании комбикормов, изучен процентный выход, химический состав нескольких партий жмыха из семян льна-масличного как ингредиента для производства комбикормов.

Изучен химический состав кормов, используемых в кормлении телят в возрасте 76–115 дней, а также жмыха льна масличного. Определено: жмых льна масличного – массовая доля в сухом веществе сырого протеина 30,1 %, сырого жира 21,5 %, сырой клетчатки – 4,5 %.

Разработаны составы комбикормов с полной заменой подсолнечного шрота, использованием жмыха льна масличного (15 %, 20 и 25 %) для телят послемолочного периода, позволяющие повысить питательность комбикормов на 1,8–3,6 %.

Установлено влияние скармливания комбикормов с уровнем ввода жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма на продуктивность телят послемолочного периода, выразившееся в получении среднесуточных приростов живой массы молодняка за период опыта – 950 и 962 г, или на 4,4 и 5,7 % выше контрольного значения, при снижении себестоимости прироста на 3,5 и 1,5 процента.

Скармливание комбикорма с включением 15 % жмыха льна масличного по массе, способствует снижению прироста молодняка на 0,5 % (905 г) по отношению к контрольному значению (910 г), при увеличении затрат кормов на 2,8 %.

Изучено влияние различных уровней ввода жмыха льна масличного в комбикорма для молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода на переваримость и использование питательных веществ рационов.

Ключевые слова: *молодняк крупного рогатого скота, рационы, протеин, шрот подсолнечный, жмых льна масличного, продуктивность, эффективность.*

Compositions of feed using oil flax cake for calves of the post-milk period have been developed, the influence of different levels of input of flax cake on the digestibility and use of nutrients in diets has been studied, the physiological state and productivity of animals when fed with feed have been determined, the percentage yield and chemical composition of several

batches of seed cake have been studied from oil flax as an ingredient for the production of compound feed.

The chemical composition of feed used in feeding calves aged 76–115 days, as well as of oil flax cake, was determined. In oil flax cake, the mass fraction of crude protein in dry matter is 30.1 %, crude fat – 21.5 %, crude fiber – 4.5 %.

Feed compositions have been developed with a complete replacement of sunflower meal, using oil flax cake (15 %, 20 and 25 %) for post-milk calves, which makes it possible to increase the nutritional value of compound feeds by 1.8–3.6%.

The influence of feeding mixed feed with the level of input of oil flax cake in the amount of 20 and 25 % of the weight of the feed on the productivity of calves of the post-milk period was established, expressed in obtaining an average daily increase in the live weight of young animals during the experimental period of 950 and 962 g, or by 4.4 and 5.7% higher than the control value, with a decrease in the cost of weight gain by 3.5 and 1.5 percent.

Feeding mixed feed with the inclusion of 15% of oil flax cake by weight reduces the growth of young animals by 0.5 % (905 g) relative to the control value (910 g), while increasing feed costs by 2.8 %.

The influence of different levels of input of oil flax cake into feed for young cattle of the post-milk period on the digestibility and use of nutrients in diets has been studied.

Key words: young cattle, diets, protein, sunflower meal, oil flax cake, productivity, efficiency.

Введение. В животноводстве большое внимание уделяется разработке различных белковых кормовых добавок, которые могут увеличить замену импортных протеиновых кормов,купаемых за валютные средства, в частности подсолнечный шрот, повышая стоимость производимой продукции, снижая эффективность ведения отрасли животноводства [1–4]. Решение данной проблемы – увеличение производства собственных высокопротеиновых кормов [5–10].

Использование таких кормов способствует повышению усвояемости кормов и улучшению обменных процессов в организме животных. Наиболее ценными с этой точки зрения являются растительные добавки из-за их натуральности. В основном в качестве основы для приготовления комбикормов применяют такие корма, как соевый, подсолнечный шрот. В связи с их высокой стоимостью, необходимо искать альтернативные источники протеина среди доступного местного нетрадиционного сырья [11 с. 228–236, 12–14].

В Республике Беларусь важным резервом для получения растительного белка стали масличные культуры: рапс, лён, рыжик и др. Они удачно сочетают в себе большую потенциальную продуктивность семян с высоким содержанием масла и протеина с оптимальной сбалансированностью по аминокислотному составу, а продукты переработки их семян (жмыхи и шроты), получаемые после извлечения масла, яв-

ляются прекрасными высокоэнергетическими и протеиновыми компонентами рационов для сельскохозяйственных животных [15,16].

В настоящее время использование льняного жмыха, являющегося источником энергии, высококачественного белка и полиненасыщенных жирных кислот, представляет практический интерес для кормления сельскохозяйственных животных, являясь отличным белковым кормом. Существующая потребность отрасли животноводства в качественных и полноценных кормах требует замены дорогостоящих кормовых средств на растительные составляющие комбикормов. Использование новых кормов, основанных на натуральном местном сырье, для балансирования питания сельскохозяйственных животных по энергии и белку, актуально [17–20].

Цель исследований – разработать комбикорма с использованием жмыха из льна масличного для телят послемолочного периода, изучить влияние различных уровней ввода льняного жмыха на физиологическое состояние и продуктивность животных.

Основная часть. Для решения поставленной цели проведен научно-хозяйственный опыта на 4 группах молодняка крупного рогатого скота послемолочного периода выращивания, по 10 голов в каждой, в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» и физиологическом корпусе (табл. 1).

Таблица 1. Схема опыта

Группа	Живая масса на начало опыта, кг	Количество животных в группе, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	96,7	10	58	Основной рацион (ОР) – сено, сенаж + комбикорм КР-2 с включением шрота подсолнечного в количестве 15 % по массе
II опытная	96,9	10	58	ОР + комбикорм КР-2 с включением жмыха льна масличного в количестве 15 % по массе
III опытная	98,1	10	58	ОР + комбикорм КР-2 с включением жмыха льна масличного в количестве 20 % по массе
IV опытная	98,0	10	58	ОР + комбикорм КР-2 с включением жмыха льна масличного в количестве 25 % по массе

Всё подопытное поголовье находилось в одинаковых условиях, кормление телят в течение опыта осуществляли дважды в сутки, содержание групповое. Приучение к комбикорму постепенное.

Различия в кормлении подопытного молодняка заключались в том, что животным контрольной группы скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а их аналоги опытных групп потребляли комбикорма с разным вводом в его состав жмыха льна масличного и льна-долгунца: 15 %, 20 и 25 % по массе.

В ходе проведения научно-хозяйственных исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели:

- химический состав кормов, путем исследования их образцов, с определением: первоначальная, гигроскопичная и общая влаги – в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов;
- поедаемость кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путем взвешивания заданных кормов и несъеденных остатков;
- контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов – путем взятия крови у телят из яремной вены, через 2,5–3 часа после утреннего кормления в конце опытов, при исследовании ее показателей:
- морфологический состав – эритроциты, лейкоциты и гемоглобин прибором «URIT-300» (в цельной крови);
- биохимический состав сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкоза, Са, Р – прибором «ACCENT-200»;
- интенсивность роста – путем индивидуального взвешивания телят в начале и в конце опыта (до кормления);
- экономическая эффективность – определением по следующим показателям: себестоимость и затраты кормов на производство продукции.

Полученный цифровой материал обработан методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Office Excel 2016. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента.

Исследованиями установлено, что в сухом веществе жмыха льна масличного массовая доля сырого протеина составила 30,1 %, сырого жира – 21,5 %, сырой клетчатки – 4,5 %.

Для исследований разработаны комбикорма для телят послемолочного периода на основе жмыха льна масличного в количестве 15 %, 20 и 25 %, позволяющие повысить питательность комбикормов на 1,8–3,6 %.

В состав контрольного комбикорма в качестве белкового компонента включали подсолнечный шрот в количестве 15 %. В результате анализа химического состава комбикормов установлено изменение по питательности, что связано с увеличением ввода жмыха льна масличного и исключением шрота подсолнечного в его состав.

С включением различных дозировок жмыха льна масличного телятам периода выращивания, выявлено, что поедаемость кормов животными за период исследований между группами имела незначительные различия, на основании проведенных контрольных кормлений.

Среднесуточный рацион опытных телят состоял из сена злакового на 6,76–7,97 %, комбикорма – 53,8–55,16 %, сенажа на – 37,64–39,19 % по питательности.

За период проведения научно-хозяйственного опыта среднее потребление исследуемых комбикормов молодняком контрольной и II, III и IV опытных групп составило 1,80 кг на голову в сутки. При скормливании опытных комбикормов с вводом 15 %, 20 и 25 % жмыха льна масличного молодняку II, III и IV опытных групп наблюдается увеличение потребления сенажа разнотравного на 1,54–6,15 %.

Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона опытных животных II, III и IV групп составила, в среднем, 10,36 МДж, что незначительно выше контрольного значения (10,26 МДж). В сухом веществе рациона контрольной группы за период выращивания содержалось 486,1 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 456,8 – 485,8 г, что связано с содержанием данного показателя в исследуемом корме и с количеством его внесения в состав комбикорма (от 15 до 25 % по массе).

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 3,48 % в контрольном рационе, против 3,48 %, 3,70 и 3,86 % – во II, III и IV опытных. Содержание сырой клетчатки в 1 кг СВ рациона телят контрольной группы составило 16,7 %, что выше опытных вариантов на 0,8–1,1 п.п., в связи с меньшим содержанием данного показателя в жмыхе льна масличного (в 3,4 раза).

Скармливание телятам опытных групп комбикормов с вводом различных дозировок жмыха льна масличного неоднозначно повлияло на

морфологические показатели крови в сравнении с контрольными значениями (табл. 2).

Таблица 2. Морфо-биохимический состав крови телят

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,65±0,14	5,58±0,24	5,39±0,28	5,77±0,20
Гемоглобин, г/л	115,33±4,67	109,67±3,18	112,67±3,84	114,33±5,36
Лейкоциты, $10^9/л$	12,70±0,85	10,53±2,19	10,20±1,70	12,27±1,00
Общий белок, г/л	61,77±3,96	56,03±1,79	58,07±1,45	58,07±3,38
Глюкоза, ммоль/л	4,04±0,28	3,80±0,31	4,93±0,15*	4,37±0,30
Мочевина, ммоль/л	3,75±0,58	3,37±0,46	4,27±0,06	3,88±0,59
Тромбоциты, $10^9/л$	465,3±89	212,7±47,8	276,3±104,2	345,7±170,6
Кальций, ммоль/л	2,19±0,02	2,20±0,03	2,21±0,07	2,34±0,03**
Фосфор, ммоль/л	3,21±0,1	3,45±0,12	3,81±0,14	3,04±0,37

Потребление комбикормов с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % по массе способствовало увеличению ряда показателей крови животных.

Использование 20 и 25 % жмыха льна масличного взамен шрота подсолнечного в комбикорме телят III и IV опытной группы привело к снижению гемоглобина на 2,3 и 0,9 %. Содержание общего белка в сыворотке крови бычков данных групп составило 58,07±1,45 и 58,07±3,38 г/л, что на 6,0 % ниже контрольного варианта. Увеличение дозы жмыха в комбикорм телят III и IV опытных групп по отношению ко II, позволило повысить концентрацию общего белка в крови животных на 3,6 %.

Содержание глюкозы в крови телят III группы было несколько выше в отличие от данного показателя у телят контрольной группы – на 22 %. Уровень сахара в крови у всех видов животных колебался в узких пределах.

Исследования показали, что содержание кальция в сыворотке крови имеет положительную тенденцию в зависимости от уровня его в рационе. Так, при увеличении содержания его в рационе II, III и IV опытных групп наблюдается повышение концентрации кальция в крови животных на 0,5, 0,9 и 6,7 % по отношению к контролю. Наличие неорганического фосфора находилось в пределах 3,04–3,81 ммоль/л. Максимальное значение этого показателя отмечено в крови молодняка III опытной

группы, при внесении в комбикорм 20 % жмыха льна масличного, что выше на 18,7 %, чем в контроле.

Учитывая все межгрупповые различия в показателях крови, установлено, что все они находились в пределах физиологической нормы и указывают на нормальное течение обменных процессов.

Использование изучаемых белковых кормов при вводе в комбикорма от 15 до 25 % для телят послемолочного периода отразилось на продуктивности животных (табл. 3).

Таблица 3. Изменение живой массы и среднесуточный прирост

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг: в начале опыта	96,7±4,9	96,9±4,6	98,1±4,3	98,0±4,2
в конце опыта	149,5±5,6	149,4±6,0	153,2±7,8	153,8±4,7
Валовой прирост, кг	52,8±2,3	52,5±1,9	55,1±4,7	55,8±2,6
Среднесуточный прирост за опыт, г	910±39,5	905±32,4	950±81,9	962±45,4
% к контролю	100,0	99,5	104,4	105,7
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,00	4,11	3,95	3,88

Скармливание опытных комбикормов (II, III и IV группы) при включении жмыха льна масличного в количестве 15 %, 20 и 25 % по массе позволило получить среднесуточные приросты живой массы молодняка 905 г, 950 и 962 г.

Наибольшей энергией роста обладали телята, потреблявшие комбикорма с включением жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма – 950 г и 962 г, или на 4,4 и 5,7 % выше контрольного значения.

На основании результатов экономической эффективности, основанной на затратах кормов и их стоимости, установлено, что оптимальными по себестоимости продукции отмечены рационы животных опытных групп, включающие комбикорма с 15, 20 и 25 % вводом жмыха льна масличного, имеющие меньшую стоимость по отношению к контролю (табл. 4).

Установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота в послемолочный период комбикормов с вводом 15 % жмыха льна масличного по массе, способствовало уменьшению стоимости их ра-

циона на 4,65 %, что привело к снижению себестоимости продукции на 4,43 %.

Таблица 4. Экономическая эффективность скормливания телятам комбикормов с разным жмыха льна масличного (цены 2023 г.)

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Стоимость шрота подсолнечного, руб./т	1100,0	–	–	–
Стоимость жмыха льняного (масличный), руб./т	–	950,0	950,0	950,0
Стоимость комбикорма КР-2, руб./кг	0,56	0,53	0,56	0,59
Затраты кормов на 1 кг прироста, корм. ед.	4,00	4,11	3,95	3,88
Стоимость рациона за сутки, руб./гол.	1,29	1,23	1,30	1,35
Прирост живой массы за период опыта, кг	52,8	52,5	55,1	55,8
Стоимость 1 корм. ед., руб.	0,35	0,33	0,35	0,36
Стоимость кормов на 1 кг прироста, руб.	1,42	1,36	1,37	1,40
Себестоимость 1 кг прироста, руб.	2,03	1,94	1,96	2,00

Определена эффективность скормливания комбикорма молодняку послемолочного периода с вводом 25 % жмыха льна масличного по массе, выразившаяся в снижении затрат кормов на прирост на 3,0 %, себестоимости продукции – на 1,5 %, при увеличении среднесуточного прироста животных данной группы на 5,7 % к контролю.

Таким образом, скормливание комбикормов с вводом жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % телятам в послемолочный период позволило за период исследований получить от молодняка прирост живой массы в сутки 950 и 962 г при снижении затрат кормов на продукцию на 1,3 и 3,0 %, а также является экономически целесообразным, выразившееся в повышении среднесуточного прироста до 5,7 % при снижении себестоимости на получение продукции на 3,5 и 1,5 %.

Заключение. Разработаны комбикорма с полной заменой подсолнечного шрота, использованием жмыха льна масличного (15 %, 20 и 25 %) для телят послемолочного периода, позволяющие повысить питательность комбикормов на 1,8–3,6 %.

Установлено влияние скормливания комбикормов с уровнем ввода жмыха льна масличного в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма на продуктивность телят послемолочного периода, выразившееся в получении среднесуточных приростов живой массы молодняка за пе-

риод опыта – 950 и 962 г, или на 4,4 и 5,7 % выше контрольного значения, при снижении себестоимости прироста – на 3,5 и 1,5 процента.

Скармливание комбикорма с включением 15 % жмыха льна масличного по массе, способствует снижению прироста молодняка на 0,5 % (905 г) по отношению к контрольному значению (910 г), при увеличении затрат кормов на 2,8 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Физиологическое состояние и использование питательных веществ корма при включении в рацион молодняка крупного рогатого скота экструдированного корма / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, М. И. Сложенкина, О. Ф. Ганущенко, С. Л. Шинкарёва // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 260–266.

2. Использование нового заменителя цельного молока в кормлении телят / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, А. Г. Марусич, Е. Н. Даниленко, Е. Я. Лебедько // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 297–303.

3. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Д. М. Богданович, Т. Л. Сапсальёва, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова, А. А. Мосолов, Б. С. Убушаев, В. А. Люндышев, В. В. Копытков, С. А. Коваленко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2022. – Т. 57, Ч. 1. – С. 159–167.

4. Влияние степени измельчения зерна на физиологическое состояние, обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, Д. В. Медведева, О. Я. Василюк, А. Г. Марусич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства: сб. науч. тр. – Горки, 2022. – Вып. 25, Ч. 1. – С. 224–231.

5. Продуктивность и качество спермы ремонтных бычков при разном протеине в рационе / Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, В. М. Будько, И. В. Богданович, В. В. Карелин // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 177–183.

6. Пищеварение в рубце и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при разных формах цинка в рационе / А. Н. Кот, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, И. С. Серяков, В. И. Петров // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 245–251.

7. Откорм бычков с использованием барды / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, В. А. Люндышев, И. В. Сучкова // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сб. науч. тр.

по материалам Международной научно-практической конференции. – Жоди́но, 2022. – С. 77–82.

8. Богданович, Д. М. Использование лактоферина в кормлении телят / Д. М. Богданович, Е. И. Приловская // Аграрная наука в условиях модернизации и цифрового развития АПК России: сб. ст. по материалам Международной научно-практической конференции. – Курган, 2022. – С. 82–85.

9. Биологически активная добавка природного происхождения в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, В. Н. Карабанова, И. В. Сучкова, Л. А. Возмитель, В. В. Букас, В. О. Лемешевский // Модернизация аграрного образования: сб. науч. тр. по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 1127–1130.

10. Богданович Д. М., Петрушко Е. В. Экспрессия рекомбинантного лактоферрина человека в молоке коз-продуцентов в течение года // Новости науки в АПК. – 2018. – Т. 1, № 2(11). – С. 168.

11. Научные основы выращивания ремонтного молодняка крупного рогатого скота / Д. М. Богданович, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, А. А. Москалев, В. П. Цай; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». – Жоди́но, 2022. – 303 с.

12. Кормовая добавка из природных ресурсов в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. В. Бесараб, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, Б. К. Салаев, А. К. Натыров, Б. С. Убушаев, Т. В. Медведская, В. В. Букас // Инновационный путь развития отраслей животноводства : сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Жоди́но, 2022. – С. 74–77.

13. Эффективность кормовой добавки из вторичных продуктов перерабатывающей промышленности в кормлении коров / Г. В. Бесараб, Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, Б. К. Салаев, А. К. Натыров, Б. С. Убушаев, А. В. Астренков // Инновационный путь развития отраслей животноводства: сб. науч. тр. по материалам Международной научно-практической конференции. – Жоди́но, 2022. – С. 82–86.

14. Повышение эффективности выращивания телят путём скармливания разных норм β -каротина / А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, Г. Н. Радчикова, О. Ф. Ганущенко, Е. А. Долженкова, В. В. Карелин, А. В. Жалнеровская // Модернизация аграрного образования: сб. науч. тр. по материалам VII Международной научно-практической конференции. – Томск-Новосибирск, 2021. – С. 1010–1014.

15. Влияние соотношения фракций протеина на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. М. Гли́нкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, И. В. Богданович // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 220–226.

16. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Гли́нкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, С. Н. Пилюк, Л. Н. Гамко // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 235–239.

17. Влияние скармливания белково-энергетической добавки на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, М. В. Джумкова, И. В. Богданович, В. А. Люндышев // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства: сб. тр. по материалам национальной научно-практической конференции с международным участием. – Брянск, 2023. – С. 213–220.

18. Местные источники протеина в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, Т. Л. Сапсалёва, А. К. Натиров, В. А. Люндышев // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства: сб. науч. работ международной научно-практической конференции, посвящённой 65-летию со дня рождения профессора Лебедько Егора Яковлевича. – Брянск, 2023. – С. 253–259.

19. Якимович Н. Н., Измайлович И. Б. К решению проблемы пищевого и кормового белка // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2017. – № 4. – С. 38–43.

20. Совершенствование B_{12} витаминного питания телочек, идущих на воспроизводство / И. С. Серяков, Н. М. Былицкий, О. Г. Цикунова, В. В. Скобелев // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. – Жодино, 2014. – Вып. 17, Ч. 1. – С. 162–168.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОФИЗИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ФУЛЬВОВЫХ КИСЛОТ, ПОЛУЧЕННЫХ ИЗ ЛИГНИТА И СТЕБЛЕЙ КУКУРУЗЫ НА МОДЕЛЬНОМ ОБЪЕКТЕ ДАНИО РЕРИО

А. О. ЖАРИКОВА, Н. В. БАРУЛИН

УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 27.03.2024)

В результате проведенных исследований нами осуществлено сравнение нейрофизиологических эффектов фульвовых кислот, полученных из лигнита и стеблей кукурузы на модельном объекте данио рерио. Нами установлено, что как «кукурузная», так и «лигнитная» фульвовые кислоты оказывают раздражающее действие на нервную систему эмбрионов и личинок данио рерио, что выражалось в увеличении количества толчков эмбрионами в STC-тесте и среднего количества проплываемого расстояния в LMR-тесте. Однако наиболее раздражающий эффект оказывает «лигнитная» фульвовая кислота. Разница между усредненным для всех дозировок эффектом между «кукурузной» и «лигнитной» фульвовыми кислотами составила: 1,4 раза в STC-тесте, 1,9 раз в световой фазе LMR-теста и 2,1 раза в темновой фазе LMR-теста. Эти результаты, а также результаты, полученные в ходе определения полудетальных доз фульвовой кислоты, полученной из лигнита и кукурузного сырья, являются доказательством того, что «лигнитная» фульвовая кислота обладает более высоким раздражающим и токсическим эффектом. Это необходимо учитывать при установлении и разработке дозировок фульвовой кислоты при использовании ее в качестве кормовой добавки в животноводстве и рыбоводстве.

Ключевые слова: нейрофизиологические эффекты, фульвовая кислота, данио рерио, лигнит, кукурузное сырье, токсичность.

As a result of our research, we compared the neurophysiological effects of fulvic acids obtained from lignite and corn stalks on the model object zebrafish. We have found that both “corn” and “lignite” fulvic acids have an irritating effect on the nervous system of zebrafish embryos and larvae, which was expressed in an increase in the number of pushes by the embryos in the STC test and the average amount of swimming distance in the LMR test. However, the most irritating effect is caused by “lignite” fulvic acid. The difference between the effect averaged for all dosages between “corn” and “lignite” fulvic acids was: 1.4 times in the STC test, 1.9 times in the light phase of the LMR test and 2.1 times in the dark phase of the LMR test. These results, as well as those obtained in the determination of semi-lethal doses of fulvic acid obtained from lignite and corn raw materials, provide evidence that “lignitic” fulvic acid has a higher irritant and toxic effect. This must be taken into account when establishing and developing dosages of fulvic acid when using it as a feed additive in livestock and fish farming.

Key words: neurophysiological effects, fulvic acid, zebrafish, lignite, corn raw material, toxicity.

Введение. В современных исследованиях в области животноводства и аквакультуры активное внимание уделяется фульвово́й кислоте (ФК) как эффективной добавке в корма. Её использование способствует улучшению качества производимой продукции и здоровья сельскохозяйственных животных [1–6].

ФК представляет собой естественное соединение с широким спектром действия, являющееся одним из продуктов микробного метаболизма [2]. Отличительные особенности заключаются в её низком молекулярном весе и высоком содержании кислорода, что делает её более растворимой в воде и доступной для живых организмов, в отличие от гуминовой кислоты, имеющей крупные молекулы с высоким содержанием углерода и хуже растворимой в воде [7–9].

ФК может быть получена из различных источников, включая лигнит – древесный материал, претерпевший угольный процесс под воздействием времени, давления и температуры [10]. Также современные технологии позволяют синтезировать её из растительного сырья, например, из кукурузы [11].

В этой связи вызывает интерес потенциальная возможность различных источников сырья, из которых изготавливают ФК, оказывать разный физиологический эффект. В наших предыдущих исследованиях нами было установлено, что между токсичностью ФК, полученных из лигнита и кукурузного сырья, существует разница [12].

В настоящее время тестирование различных эффектов воздействия химических веществ на человека и окружающую среду в значительной степени опирается на животные модели, такие как грызуны и взрослые рыбы [13]. В качестве альтернативы, эмбрионы данио рерио оказались перспективной моделью благодаря своей способности предсказывать токсичность [14].

Потенциал выявления взаимодействия химических веществ с нервной системой с помощью поведенческих тестов на данио рерио был признан мировым сообществом [7]. При этом наиболее часто используемые поведенческие тесты это: тест спонтанного сворачивания хвоста (spontaneous tail coiling, STC) и тест локомоторного ответа (locomotor response, LMR) [15].

Цель работы заключалась в изучении нейрофизиологических эффектов ФК, полученных из лигнита и стеблей кукурузы на модельном объекте данио рерио.

Основная часть. Исследования выполнялись на кафедре ихтиологии и рыбоводства Белорусской государственной сельскохозяйственной академии.

В исследованиях использовали ФК, полученную из лигнита (производство Китай), а также из кукурузного сырья (производство Российской Федерации).

В качестве объектов исследований использовали эмбрионов и личинок данио рерио дикого типа в возрасте 6–144 часов после оплодотворения (hpf), находящихся на стадии икринки и, впоследствии, перешедших на активное питание. Эмбрионы рыб получали от индивидуального нереста (1 самец – 1 самка). Самец и самка накануне, вечером, отсаживались в 3-литровый лоток-нерестовик, в котором имелась прозрачная перегородка, отделяющая самца от самки. Лоток находился на общем водоснабжении водой из вивария. Температура воды при нересте составляла 27 °С. Утром, в 9:00, перегородка убиралась, и через 10–15 минут происходило начало нереста. После извлечения эмбрионов из лотка-нерестовика (в 11:00), они промывались от загрязнений и помещались в инкубационную среду. Состав инкубационной среды (EW): 294,0 мг/л хлорида кальция дигидрат ($\text{CaCl}_2 \cdot 2 \text{H}_2\text{O}$); 123,3 мг/л сульфата магния гепта-гидрата ($\text{MgSO}_4 \cdot 7 \text{H}_2\text{O}$); 63,0 мг/л бикарбоната натрия (NaHCO_3); 5,5 мг/л хлорида калия (KCl). Указанные соли растворялись в дистиллированной воде. Перед использованием инкубационная среда аэрировалась и выдерживалась при температуре 27 °С.

Инкубацию эмбрионов осуществляли в 90 мм полистироловых чашках Петри, которые помещались в инкубаторы с системой охлаждения и нагрева ST 5 SMART (Pol-Eko-Aparatura, Польша). Температура инкубации эмбрионов составляла 27,5–28,0 °С. Объем инкубационной среды в каждой чашке Петри составлял 40 мл.

Приготовление концентраций ФК (как из лигнита, так из кукурузного сырья) в диапазоне 0–100 мг/л осуществлялось по следующей методике. Вначале приготавливался стоковый раствор в концентрации 2500 мг/л (100 мг сухой ФК в 40 мл EW). Затем из стокового раствора приготавливались разноконцентрированные растворы для экспозиции.

Экспозиционные растворы приготавливались перед непосредственным добавлением к эмбрионам и хранились в отдельных пробирках.

Через 6 часов после оплодотворения у собранных эмбрионов удалялись неоплодотворенные икринки. Затем эмбрионы переносились в отдельные емкости по 8 эмбрионов в двух-трехкратной повторности

для каждой концентрации. Далее у эмбрионов оперативно удалялась вода и сразу добавлялся экспозиционный раствор соответствующей концентрации.

После этого, эмбрионы с каждой группы (концентрации) переносились в стандартный 96-луночный планшет: по одному эмбриону в каждую лунку вместе с 400 мкл экспозиционного раствора соответствующей концентрации. Переноска эмбрионов осуществлялась с помощью дозатора с регулируемым объемом 100–1000 мкл. Кончик наконечника отрезался ножницами, чтобы избежать травмирования эмбрионов. Затем эмбрионы в 96-луночном планшете перемещались в термостат для инкубации при температуре 27,5–28,0 °C. Замена экспозиционных растворов у эмбрионов осуществлялась ежедневно.

Через 24 и 144 часов после оплодотворения эмбрионы проходили тестирование в тесте спонтанного сворачивания хвоста (spontaneous tail coiling, STC) и в тесте локомоторного ответа (locomotor response, LMR), соответственно. При STC-тесте, 96-луночный планшет с эмбрионами помещали на платформу с инфракрасной подсветкой и затем накрывали затемненным боксом, поддерживающим температуру (28,0 °C). Видео активности эмбрионов записывали в течение 1 минуты в темноте, после 5 минут адаптации. Для записи активности эмбрионов использовали камеру Basler, оснащенную инфракрасным фильтром. После последнего измерения 96-луночный планшет с эмбрионами помещали в термостат для дальнейшей инкубации. Для проведения LMR-теста, 96-луночный планшет со свободными эмбрионами, также помещали на платформу с инфракрасной подсветкой и затем накрывали затемненным боксом, поддерживающим температуру (28,0 °C). Видеозаписи подвижности личинок записывали с использованием следующих настроек освещения при температуре 28 °C после 5 мин. темновой адаптации: 5 мин. (световая фаза, свет) 5 мин. (темновая фаза, темнота) 5 мин. (свет) 10 мин. (свет) 20 мин. (темнота) 10 мин. (свет) и анализировали с помощью программного обеспечения EthoVision XT (Noldus, Нидерланды) в режиме DanioVision с использованием камеры микроскопа Basler, оснащенной инфракрасным фильтром. Интервал записи составлял 15 секунд.

Результаты изучения нейрофизиологических эффектов ФК, полученных из лигнита и стеблей кукурузы, на данию рерио представлены в табл. 1–3.

Таблица 1. Влияние «кукурузной» и «лигнитной» ФК на среднее количество толчков (в процентах к контролю) эмбрионов данио рерио в возрасте 24 часа после оплодотворения в STC-тесте в зависимости от различных концентраций

Группа (дозировка, мг/л)	Среднее значение, %	Стандартная ошибка среднего	Среднеквадратическое отклонение	p-уровень значимости (критерий Краскела-Уоллиса)
«Кукурузной» ФК				
0	100,0	16,1	61,5	–
10	85,1	17,6	68,1	0,994
20	123,8	15,0	82,6	1,000
30	167,9	24,2	70,1	0,090
40	232,8	19,4	105,5	0,003
50	181,7	20,5	92,9	0,080
60	225,5	18,2	93,8	0,002
70	187,0	20,9	87,4	0,052
80	207,3	16,5	98,1	0,016
90	190,0	10,8	81,1	0,013
100	101,5	16,1	50,7	1,000
«Лигнитная» ФК				
0	100,0	14,9	68,2	-
10	150,0	19,7	92,2	0,781
20	208,0	22,7	101,4	0,024
30	234,0	21,1	105,6	0,002
40	247,0	27,0	132,1	0,003
50	317,0	20,6	105,2	<0,001
60	271,0	20,2	108,8	<0,001
70	305,0	25,5	132,6	<0,001
80	261,0	20,0	104,1	<0,001
90	252,0	38,9	102,9	0,047
100	192,0	38,7	102,4	0,408

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные различия

В результате изучения влияния «кукурузной» ФК на среднее количество толчков (в процентах к контролю) эмбрионов данио рерио в возрасте 24 часа после оплодотворения в STC-тесте в зависимости от различных концентраций нами было установлено, что под влиянием «кукурузной» ФК происходило увеличение среднего количества толчков на 1,5–132,8 %, в зависимости от дозировки. При этом достоверное увеличение толчков эмбрионов было обнаружено в 4 из 10 дозировках. Максимальный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «кукурузной» ФК в концентрации 40 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 170,26 %.

Однако наиболее значимые эффекты в STC-тесте нами наблюдались при воздействии «лигнитной» ФК, под влиянием которой проис-

ходило увеличение толчков эмбрионов на 50–317 %, в зависимости от дозировки. При этом достоверное увеличение толчков эмбрионов было обнаружено в 8 из 10 дозировках. Максимальный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «лигнитной» ФК в концентрации 50 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 243,7 %.

Таблица 2. Среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (световая фаза) в зависимости от различной концентрации «кукурузной» и «лигнитной» ФК

Группа (дозировка, мг/л)	Среднее значение, %	Стандартная ошибка среднего	Среднеквадратическое отклонение	p-уровень значимости (критерий Краскела-Уоллиса)
«Кукурузной» ФК				
0	100,0	14,33	157,0	–
10	60,3	8,63	94,5	0,426
20	91,7	9,57	104,8	0,867
30	90,0	11,06	121,2	1,000
40	159,3	19,71	215,9	0,382
50	87,8	10,98	120,2	0,998
60	118,2	12,05	132,0	0,245
70	53,8	8,79	96,3	<0,001
80	101,7	13,67	149,8	0,998
90	118,6	10,54	115,5	0,008
100	125,4	13,92	152,5	0,999
«Лигнитная» ФК				
0	100,0	6,10	94,4	–
10	189,4	13,44	208,2	0,016
20	242,2	15,19	235,3	<0,001
30	232,6	20,59	319,0	0,982
40	201,7	14,43	223,5	0,046
50	191,7	11,99	185,8	<0,001
60	197,9	11,78	182,4	<0,001
70	156,0	8,00	124,0	<0,001
80	253,5	17,46	270,5	<0,001
90	73,0	8,22	90,0	0,084

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные различия.

В результате изучения влияния «кукурузной» ФК на среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (световая фаза) нами наблюдалось снижение эффекта на 46,2 %, а также увеличение эффекта на 59,3 %, в зависимости от дозировок. Однако, достоверные различия мы наблюдали в 2 из 10 дозировок. Максималь-

ный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «кукурузной» ФК в концентрации 90 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 100,68 %.

В результате изучения влияния «лигнитной» ФК на среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (световая фаза) нами было установлено резкое увеличение среднего проплываемого расстояния личинками от 56,0 до 153,5 % (за исключением дозировки 90 мг/л). Мы наблюдали достоверные статистические различия в 7 из 9 дозировок. Максимальный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «лигнитной» ФК в концентрации 80 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 193,11 %.

Таблица 3. Среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (темновая фаза) в зависимости от различной концентрации «кукурузной» ФК

Группа (дозировка, мг/л)	Среднее значение, %	Стандартная ошибка среднего	Среднеквадратическое отклонение	p-уровень значимости (критерий Краскела-Уоллиса)
«Кукурузной» ФК				
0	100,0	17,6	176	-
10	60,5	14,8	148	<0,001
20	101,0	22,5	225	0,472
30	89,0	23,0	230	0,048
40	194,3	19,9	199	<0,001
50	78,6	20,0	200	0,054
60	107,5	20,5	205	0,995
70	80,2	18,1	181	0,083
80	107,7	15,1	151	1,000
90	125,8	13,5	135	0,104
100	111,3	21,4	214	0,999
«Лигнитная» ФК				
0	100,0	5,90	83,5	-
10	296,0	18,67	264,1	<0,001
20	249,0	24,77	350,3	0,013
30	206,0	21,81	308,5	1,000
40	219,0	18,57	262,6	<0,001
50	220,0	18,34	259,3	<0,001
60	237,0	17,85	252,5	<0,001
70	204,0	18,37	259,8	0,127
80	264,0	19,30	273,0	<0,001
90	136,0	10,40	104,0	0,210

Примечание: жирным шрифтом выделены достоверные различия.

В результате изучения влияния «кукурузной» ФК на среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (темновая фаза) нами наблюдалось снижение эффекта на 39,5 %, а также увеличение эффекта на 94,3 %, в зависимости от дозировок. Однако, достоверные различия мы наблюдали в 3 из 10 дозировок. Максимальный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «кукурузной» ФК в концентрации 40 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 105,59 %.

В результате изучения влияния «лигнитной» ФК на среднее проплываемое расстояние (в процентах к контролю) личинками данио рерио в возрасте 144 часов после оплодотворения в LMR-тесте (световая фаза) нами было установлено резкое увеличение среднего проплываемого расстояния личинками от 36,0 до 196,5 %. Мы наблюдали достоверные статистические различия в 6 из 9 дозировок. Максимальный статистически достоверный эффект наблюдался в группе, на эмбрионы которых воздействовали «лигнитной» ФК в концентрации 10 мг/л. Усредненный эффект от всех дозировок составил 225,66 %.

Заключение. В результате проведенных исследований осуществлено сравнение нейрофизиологических эффектов ФК, полученных из лигнита и стеблей кукурузы, на модельном объекте данио рерио. Установлено, что как «кукурузная» так и «лигнитная» ФК оказывают раздражающее действие на нервную систему эмбрионов и личинок данио рерио, что выражалось в увеличении количества толчков эмбрионами в STC-тесте и среднего количества проплываемого расстояния в LMR-тесте. Однако наиболее раздражающий эффект оказывает «лигнитная» ФК. Разница между усредненным для всех дозировок эффектом между «кукурузной» и «лигнитной» ФК составила: 1,4 раза в STC-тесте, 1,9 раз в световой фазе LMR-теста и 2,1 раза в темновой фазе LMR-теста. Эти результаты, а также результаты полученные в ходе определения полуметальных доз ФК, полученной из лигнита и кукурузного сырья [12], являются доказательством того, что «лигнитная» ФК обладает более высоким раздражающим и токсическим эффектом. Это необходимо учитывать, при установлении и разработке дозировок ФК при использовании ее в качестве кормовой добавки в животноводстве и рыбоводстве.

ЛИТЕРАТУРА

1. Капитонова Е. А., Арефьев П. В., Мищенко Л. П. Биохимические показатели крови цыплят-бройлеров при введении фульвокислоты в различных концентрациях // Зоотехническая наука Беларуси: сборник научных трудов. – 2021. – Т. 56, № 2 – С. 132–139.
2. The Influence of Fulvic Acid on Egg Laying of the Queen Bee in the Spring Period and the Productivity of the Bee Colony / V. A. Rumyantsev [et al.] // Doklady Earth Sciences. – 2023. – Vol. 510, № 1. – P. 349–352.
3. Effects of supplemental fulvic acid on survival, growth performance, digestive ability and immunity of large yellow croaker (*Larimichthys crocea*) larvae / C. Zhang [et al.] // Frontiers in Physiology. – 2023. – Vol. 14. – P. 1159320.
4. Влияние фульвой кислоты на эмбриотоксичность данио рерио в эксперименте *in vivo* / Н. В. Барулин, А. О. Жарикова, А. О. Воробьев, И. Н. Дубина // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства. – 2021. – № 24-1. – С. 102–111.
5. Жарикова А. О., Барулин Н. В., Воробьев А. О. Оценка влияния фульвой кислоты на размножение данио рерио в эксперименте *in vivo* // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы: сборник научных трудов. Том 52. – Гродно: Гродненский государственный аграрный университет, 2021. – С. 16–23.
6. Жарикова А. О., Барулин Н. В. Оценка влияния фульвой кислоты на размножение данио рерио // Инжиниринг: теория и практика: Материалы II международной научно-практической конференции, Пинск, 06 мая 2022 года / Редколлегия: В.И. Дунай [и др.]. – Пинск: Полесский государственный университет, 2022. – С. 61–65.
7. Chemical heterogeneity of humic substances: characterization of size fractions obtained by hollow-fibre ultrafiltration / I. Christl [et al.] // European journal of soil science. – 2000. – Vol. 51(4). – P. 617–625.
8. Molecular features of humic acids and fulvic acids from contrasting environments / J. Schellekens [et al.] // Environmental Science & Technology. – 2017. – Vol. 51(3). – P. 1330–1339.
9. Duarte, R. M., Santos, E. B., & Duarte, A. C. (2003). Spectroscopic characteristics of ultrafiltration fractions of fulvic and humic acids isolated from an eucalyptus bleached Kraft pulp mill effluent / R.M. Duarte, E. B. Santos, A. C. Duarte // Water Research. – 2003. – Vol. 37 (17). – P. 4073–4080.
10. Extraction of fulvic acid from lignite and characterization of its functional groups / G. Gong et al. // ACS omega. – 2020. – Vol. 5, № 43. – P. 27953–27961.
11. Extraction and characterization of fulvic acid from corn straw compost by alkali solution acid precipitation / M. Chi [et al.] // Industrial Crops and Products. 2023. – Vol. 198. – P. 116678.
12. Жарикова А. О., Барулин Н. В. Определение полулетальной дозы (ЛД50) фульвой кислоты, как потенциальной кормовой добавки в аквакультуре, полученной из лигнита и кукурузного сырья, на модельном объекте данио рерио // Современные достижения и актуальные проблемы животноводства: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию биотехнологического факультета и кафедр генетики и разведения сельскохозяйственных животных, технологии производства продукции и механизации животноводства, кормления сельскохозяйственных животных, Витебск, 12–13 октября 2023 года. – Витебск: Витебская государственная академия ветеринарной медицины, 2023. – С. 200–204.

13. Alternative approaches to vertebrate ecotoxicity tests in the 21st century: a review of developments over the last 2 decades and current status / A. Lillicrap [et al.] // *Environ Toxicol Chem.* – 2016. – Vol. 35. – P. 2637–2646.

14. Барулин, Н. В. Современные методы использования данио рерио (zebrafish) для оценки нейротоксичности химических веществ // Актуальные проблемы и инновации в современной ветеринарной фармакологии и токсикологии : Материалы VI Международного съезда ветеринарных фармакологов и токсикологов, Витебск, 09–11 июня 2022 года / Редколлегия: Н. И. Гавриченко (гл. ред.) и др. – Витебск: Учреждение образования «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», 2022. – С. 11–15.

15. Hypo- or hyperactivity of zebrafish embryos provoked by neuroactive substances: a review on how experimental parameters impact the predictability of behavior changes / A. Ogungbemi [et al.] // *Environ Sci Eur.* – 2019. – Vol. 31. – P. 88.

СОДЕРЖАНИЕ

РАЗВЕДЕНИЕ, СЕЛЕКЦИЯ, ГЕНЕТИКА И БИОТЕХНОЛОГИЯ РЕПРОДУКЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ

А. Н. Рудак, Ю. И. Герман, М. А. Горбуков, А. И. Герман, В. И. Чавлытко. Параметры оценки селекционируемых признаков жеребцов и кобыл тракененской породы в племенных хозяйствах Республики Беларусь.....	3
А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко. Показатели воспроизводства лошадей Полесского государственного радиационно-экологического заповедника	11
В. В. Соляник, С. В. Соляник, А. В. Соляник. Математическая формализация выявленных закономерностей в экстерьерно-конституциональных особенностях маточного поголовья, интенсивности роста и развития молодняка мясных пород крупного рогатого скота белорусской селекции.....	18
Д. С. Долина, А. Л. Семашко, Л. В. Шульга. Эффективность использования генетического потенциала молочной продуктивности коров-рекордисток для создания высокопродуктивных стад крупного рогатого скота	26
А. А. Царенок, А. Ф. Карпенко. Нормирование цезия-137 в рационах лошадей	34
В. С. Авдеенко, С. Ю. Быкова, С. Ю. Кияогло. Гистоструктура плаценты коров при осложнении отела родильным парезом.....	41
И. Б. Измайлович, А. В. Мартынов, Д. С. Долина, А. Я. Райхман, Г. Г. Мясников. Интенсивность роста ремонтных телок, как источник получения высокопродуктивных животных	49
В. С. Авдеенко, С. Ю. Кияогло, С. Ю. Быкова. Анализ изменений матриксных металлопротеиназ в плаценте коров в родах, осложненных родильным парезом.....	57
О. Т. Экхорутмвен, Г. Ф. Медведев. Контроль состояния здоровья и иммунного статуса новорожденных телят.....	64

КОРМЛЕНИЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЖИВОТНЫХ И ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ

И. С. Серяков. Эффективность использования меди и кобальта в рационах телят-молочников	75
А. В. Швед. Влияние лецитинсодержащей кормовой добавки на гематологические показатели телят	84

И. С. Серяков, В. Ф. Радчиков. Эффективность обогащения рационов телят-молочников витамином В.....	92
А. Я. Райхман, А. В. Мартынов, Г. Г. Мясников. Решение задач составления кормовых смесей с использованием искусственного интеллекта.....	101
О. Г. Цикунова, Н. А. Прибыльская. Зоотехническая и экономическая эффективность применения кормовой добавки «Анпросол аминокета» в ОАО «Знамя труда» Мстиславского района.....	112
Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, Н. В. Пилюк, А. Г. Марусич. Влияние скармливания заменителя обезжиренного молока на продуктивность и физиологическое состояние телят молочного периода	120
Т. А. Иргашев, Э. С. Шамсов, В. И. Косилов. Динамика возрастного изменения морфологического и биохимического состава крови при скармливании премикса «Букача» бычкам.....	133
В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, В. П. Цай, А. Н. Кот, И. В. Богданович, Г. В. Бесараб. Продуктивность телят при скармливании зерна кукурузы	144
Н. П. Буряков, Л. В. Сычева, И. Н. Никонов, Д. Е. Алешин, Е. С. Трегубова. Влияние кормовой добавки «Блэкфид» на молочную продуктивность коров	154
Г. Н. Радчикова, Д. М. Богданович, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, П. В. Скрипин, А. В. Козликин, И. Б. Измайлович, Н. А. Садовов. Технология кормления ремонтных тёлочек в возрасте 10–60 дней	163
А. Н. Кот, Н. В. Пилюк, М. В. Джумкова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, И. С. Серяков, А. Я. Райхман, А. Г. Марусич, В. И. Петров. Влияние скармливания органического цинка на физиологическое состояние и продуктивность молодняка крупного рогатого скота	172
В. Ф. Радчиков, Т. Л. Сапсалёва, В. П. Цай, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных доз жмыха льна масличного	181
А. О. Жарикова, Н. В. Барулин. Исследование нейрофизиологических эффектов фульвовых кислот, полученных из лигнита и стеблей кукурузы на модельном объекте данио рерио	192

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Научная статья, написанная на белорусском, русском или английском языках, должна являться оригинальным произведением, не опубликованным ранее в других изданиях.

Статья присылается в редакцию в распечатанном виде в 2 экземплярах на бумаге формата А5 и в электронном варианте отдельным файлом на флеш-карте, либо высылается на электронный адрес редакции: vak-bia@yandex.ru.

К статье должны быть приложены:

рецензия-рекомендация специалиста в соответствующей области, кандидата или доктора наук;

сопроводительное письмо дирекции или ректората соответствующего учреждения (организации);

контактная информация: фамилия, имя, отчество автора, занимаемая должность, ученая степень и звание, полное наименование учреждения (организации) с указанием города или страны, номер телефона и адреса (почтовый и электронный). Если статья написана коллективом авторов, сведения должны подаваться по каждому из них отдельно.

Требования, предъявляемые к оформлению статей:

объем 14000–16000 печатных знаков (считая пробелы, знаки препинания, цифры и т.п. или 8–10 страниц воспроизведенного авторского иллюстрационного материала); набор в текстовом редакторе **Microsoft Word**, шрифт **Times New Roman**, размер шрифта 10, через 1 интервал, абзацный отступ – 0,5 см; список литературы, аннотация, таблицы, а также индексы в формулах набираются 8 шрифтом; поля: верхнее, левое и правое – 20 мм, нижнее – 25 мм, страницы не должны быть пронумерованы: номера страниц проставляются карандашом на оборотной стороне листа; ориентация страниц – только книжная использование автоматических концевых и обычных сносок в статье не допускается;

таблицы набираются непосредственно в программе Microsoft Word и нумеруются последовательно, ширина таблиц – 100 %;

формулы составляются в редакторе формул MathType (собственным редактором формул Microsoft Office 2007 и выше пользоваться нельзя, т. к. в редакционно-издательском процессе он не поддерживается); греческие буквы необходимо набирать прямо, латинские – курсивом;

рисунки вставляются в текст в формате JPEG или TIFF (разрешение 300–600 dpi, формат не более 100x150 мм);

список литературы должен быть о оформлен в соответствии с действующими требованиями Высшей аттестационной комиссии Республики Беларусь; ссылки на цитируемую в статье литературу нумеруются в порядке цитирования, порядковые номера ссылок пишутся внутри квадратных скобок с указанием страницы (например, [1, с. 125], [2]). Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Структура статьи:

индекс по Универсальной десятичной классификации (УДК);

инициалы и фамилия автора (авторов);

название должно отражать основную идею выполненных исследований, быть по возможности кратким;

аннотация (200–250 слов) должна ясно излагать содержание статьи и быть пригодной для опубликования в аннотациях к журналам отдельно от статьи; **ключевые слова** (рекомендуемое количество – 5–7);

введение должно указывать на нерешенные части научной проблемы, которой посвящена статья, сформулировать ее цель (содержание введения должно быть понятным также и неспециалистам в исследуемой области);

анализ источников, используемых при подготовке научной статьи, должен свидетельствовать о достаточно глубоком знании автором (авторами) научных достижений в избранной области, автору (авторам) необходимо выделить новизну и свой вклад в решение научной проблемы, следует при этом ссылаться на оригинальные публикации последних лет, включая и зарубежные; **а также учитывать опыт ученых БГСХА, что должно быть отражено при оформлении приставленного списка литературы;** здесь же указывается цель исследования;

основная часть статьи должна содержать описание методики, аппаратуры, объектов исследования и подробно освещать содержание исследований, проведенных автором (авторами), полученные результаты должны быть проанализированы с точки зрения их достоверности и научной новизны и сопоставлены с соответствующими **известными** данными;

заключение должно в сжатом виде показать основные полученные результаты с указанием их научной новизны и ценности, а также возможного применения с указанием при необходимости границ этого применения.

В конце статьи автору (авторам) необходимо поставить дату и подпись.

Редколлегия оставляет за собой право отклонять статьи, не соответствующие профилю и требованиям журнала, а также общепринятым методикам опытного дела и оформленные не по правилам.

Статьи аспирантов, докторантов и соискателей последнего года обучения публикуются вне очереди при условии их полного соответствия данным требованиям. Редакционная коллегия осуществляет дополнительное рецензирование поступающих рукописей статей. Возвращение статьи автору на доработку не означает, что она принята к печати, переработанный вариант снова рассматривается редколлгией. Датой поступления считается день получения редакцией окончательного варианта статьи.

Редакция может принять решение о публикации статьи без рецензирования, если качество представленного исследования дает достаточно оснований для такой оценки.

Публикация статей в сборнике бесплатная.

Авторы несут ответственность за направление в редакцию уже ранее опубликованных статей или статей, принятых к печати другими изданиями.

Подавая статью в редакцию журнала, автор подтверждает, что редакции передается бессрочное право на оформление, издание, передачу журнала с опубликованным материалом автора для целей реферирования статей из него в любых Базах данных, распространение журнала/авторских материалов в печатных и электронных изданиях, включая размещение на выбранных либо созданных редакцией сайтах в сети интернет, в целях доступа к публикации любого заинтересованного лица из любого места и в любое время, перевод статьи на любые языки, издание оригинала и переводов в любом виде и распространение по территории всего мира, в том числе по подписке.

Статьи, не отвечающие вышеперечисленным требованиям, редакцией не рассматриваются (без дополнительного информирования автора).

Редакция оставляет за собой право сокращать текст и вносить редакционную правку.

Адрес редакции:

213407, Республика Беларусь, Могилевская область, г. Горки,
ул. Мичурина, 5, корпус № 10, аудитория 528. Тел. (8-02233) 7-96-99
e-mail: vak-bia@yandex.ru

Подписные индексы: 74821 – индивидуальный, 748212 – ведомственный.
Подписку можно оформить во всех отделениях связи.

Научное издание:

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНТЕНСИВНОГО
РАЗВИТИЯ ЖИВОТНОВОДСТВА

Сборник научных трудов

Выпуск 27

В двух частях

Часть I

Ведущий редактор Е. П. Савчиц

Редактор технический Т. В. Серякова

Английский перевод А. В. Щербов

Подписано в печать 05.06.2024

Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография. Гарнитура «Таймс».

Усл. печ. л. 12,00 Уч.-изд. л. 11,16.

Тираж 50 экз. Заказ .

*Отпечатано с оригинал-макета в отделении ризографии и художественно-
оформительских работ центра научно-методического обеспечения
учебного процесса УО БГСХА*

213407, Могилевская область, г. Горки, ул. Мичурина, 5