

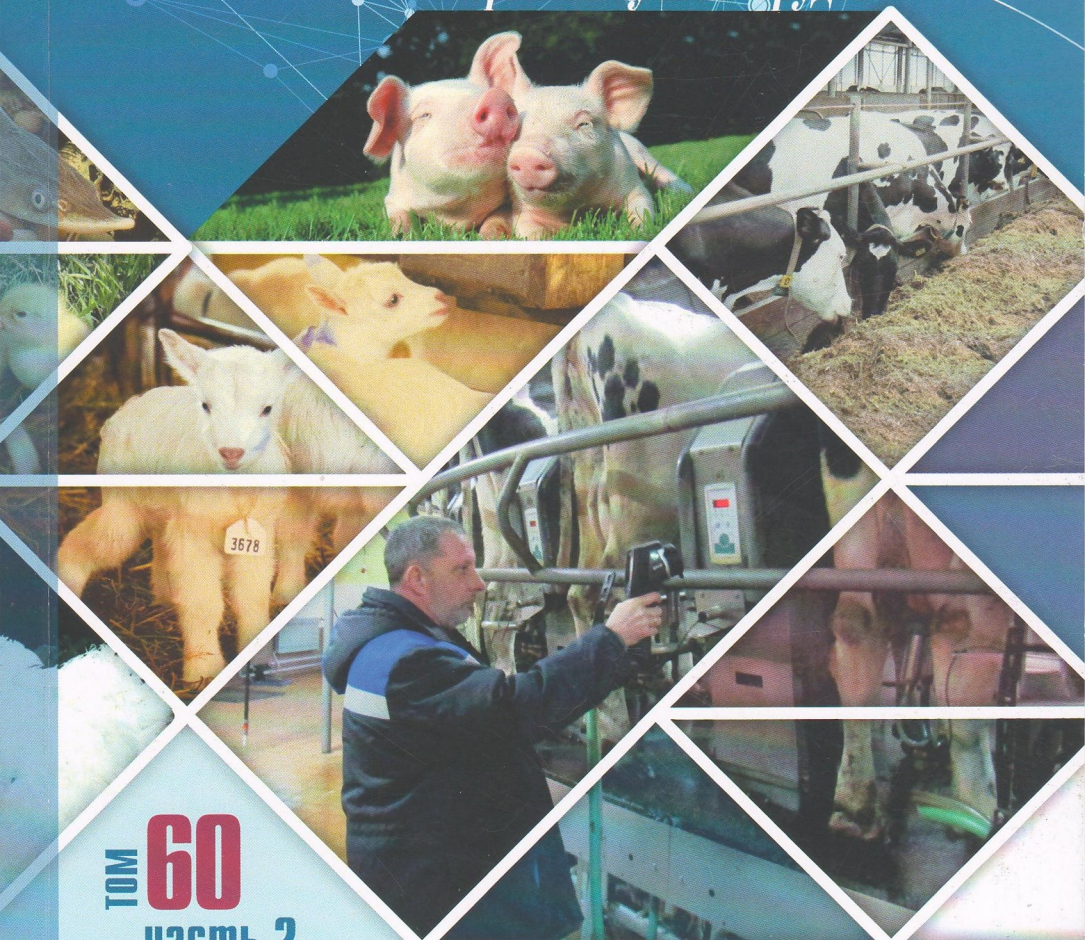


Республиканское унитарное предприятие
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ
ПО ЖИВОТНОВОДСТВУ»

ISSN 0134-9732

ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ

сборник научных трудов



ТОМ **60**
часть 2

ISSN 0134-9732

Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии
наук Беларуси по животноводству»

ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ

сборник научных трудов

Том 60, часть 2

Жодино
РУП «Научно-практический центр Национальной академии
наук Беларуси по животноводству»
2025

В сборнике представлены результаты экспериментальных исследований в области кормления и содержания сельскохозяйственных животных, проведённых учёными РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и других научных и учебных организаций не только Беларуси, но и стран ближнего зарубежья. Издание предназначено для научных работников, преподавателей и студентов зоотехнических учреждений образования, руководителей и специалистов сельскохозяйственных организаций.

Редакционная коллегия:

И.П. Шейко – д-р с.-х. наук, проф., акад. НАН Беларуси (главный редактор), А.И. Портной – канд. с.-х. наук, доцент (заместитель главного редактора), М.В. Джумкова – канд. с.-х. наук (ответственный секретарь), М.В. Барановский – д-р с.-х. наук, проф., Ю.И. Герман – канд. с.-х. наук, доцент, Л.В. Голубец – д-р с.-х. наук, проф., И.Ф. Горлов – д-р с.-х. наук, проф., акад. РАН, И.Ф. Гридюшко – канд. с.-х. наук, доцент, И.Б. Измайлович – д-р с.-х. наук, доцент, Е.А. Капитонова – д-р биол. наук, доцент, М.М. Карпеня – д-р с.-х. наук, проф., А.И. Козинец – канд. с.-х. наук, доцент, А.С. Курак – д-р с.-х. наук, проф., А.А. Курепин – канд. с.-х. наук, доцент, В.О. Лемешевский – канд. с.-х. наук, доцент, А.Т. Мысик – д-р с.-х. наук, проф., Н.И. Песоцкий – канд. с.-х. наук, доцент, В.Л. Петухов – д-р биол. наук, проф., Н.В. Пиллук – д-р с.-х. наук, доцент, В.Ф. Радчиков – д-р с.-х. наук, проф., В.А. Рошин – канд. с.-х. наук, доцент, М.И. Сложенкина – д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. РАН, Л.А. Танана – д-р с.-х. наук, проф., В.Н. Тимошенко – д-р с.-х. наук, проф., чл.-корр. НАН Беларуси, Д.Н. Ходосовский – д-р с.-х. наук, доцент, А.А. Хоченков – д-р с.-х. наук, проф.

Рецензенты:

М.М. Карпеня, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины);

А.А. Хоченков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству»);

А.В. Соляник, доктор сельскохозяйственных наук, профессор (УО «Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия»)

УДК 636.2.085.12:546.76

А.Н. КОТ¹, В.Ф. РАДЧИКОВ¹, Б.К. САЛАЕВ², А.К. НАТЫРОВ²,
А.В. УБУШИЕВА², В.С. УБУШИЕВА², Г.В. БЕСАРАБ¹,
И.С. СЕРЯКОВ³, А.Я. РАЙХМАН³, В.И. ПЕТРОВ³

**ВЛИЯНИЕ РАЗНЫХ ФОРМ ХРОМА НА ПРОЦЕССЫ
ПИЩЕВАРЕНИЯ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА
КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

*¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

*²Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова,
г. Элиста, Россия*

*³Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции и
Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь*

Дефицит ключевых минеральных веществ отрицательно сказывается на производительности животных и провоцирует возникновение заболеваний, связанных с недостатком микроэлементов. Это подчеркивает значимость включения органических форм микроэлементов в рацион крупного рогатого скота. Подобные органические комплексы увеличивают доступность необходимых веществ, укрепляя здоровье животных и способствуя росту их продуктивности. В статье приводятся результаты опытов по изучению эффективности использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев органического хрома. Исследования показали, что скармливания комбикорма, содержащего Биопромис Хром пиколинат, бычкам в возрасте 6-9 месяцев оказало положительное влияние на процессы пищеварения в рубце и на состав крови животных, что способствовало увеличению среднесуточного прироста живой массы на 2,2-5,0 % при снижении затрат корма на его получение на 1,63-3,52 %. На основании полученных результатов можно отметить, что использование концентратов с добавлением органических соединений хрома является эффективным способом повышения продуктивности крупного рогатого скота.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, корма, рационы, комбикорм, хром, рубцовое пищеварение, гематологические показатели, продуктивность

A.N. KOT¹, V.F. RADCHIKOV¹, B.K. SALAEV², A.K. NATYROV²,
A.V. UBUSHIEVA², V.S. UBUSHIEVA², G.V. BESARAB¹,
I.S. SERYAKOV³, A.Y. RAYKHMAN³, V.I. PETROV³

EFFECT OF DIFFERENT FORMS OF CHROMIUM ON DIGESTIVE PROCESSES AND PRODUCTIVITY OF YOUNG CATTLE

*¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²Kalmyk State University named after B.B. Gorodovikov, Elista, Russia

³Belarusian State Agricultural Academy, Gorky, Republic of Belarus

Deficiency of key minerals adversely affects animal productivity and provokes the occurrence of diseases associated with micronutrient deficiencies. This emphasizes the importance of including organic forms of micronutrients in the cattle diet. Such organic complexes increase the availability of essential substances, strengthening the health of animals and contributing to the growth of their productivity. The paper presents the results of research on the efficiency of using organic chromium in feeding young cattle aged 6-9 months. It was found that feeding young bulls at the age of 6-9 months with compound feed containing Biopromis Chromium picolinate had a positive effect on digestive processes in the rumen and on the blood composition of animals, which contributed to an increase in average daily live weight gain by 2.2-5.0 % with a decrease in feed costs by 1.63-3.52%. Based on the results obtained, it can be noted that the use of concentrates with the addition of organic chromium compounds is an effective way to increase the productivity of cattle.

Keywords: young cattle, feed, diets, compound feed, chromium, ruminal digestion, hematological indicators, productivity.

Введение. Ключевыми факторами роста объёмов продукции животноводства и улучшения показателей продуктивности молодняка служат увеличение выпуска высококлассных кормов и обеспечение рационального питания, сбалансированного по составу питательных веществ [1, 2, 3]. Научные исследования и опыт подтверждают, что именно полноценное питание позволяет сельскохозяйственным животным наиболее полно реализовать заложенный генетически потенциал продуктивности [4, 5, 6].

За прошедшие годы научные исследования в области кормления животных значительно расширили базу знаний о воздействии различных компонентов питания – от основных питательных веществ до незаменимых аминокислот, витаминов, минералов, антибиотиков, гормонов, ферментов и прочих элементов [7, 8, 9]. Повышение уровня производства животноводческой продукции, уменьшение затрат на её производство и эффективное использование кормовых ресурсов достигается

благодаря использованию рационов, идеально сбалансированных по содержанию белка, энергии, микро- и макроэлементов, а также активных биокомпонентов [10, 11, 12]. Помимо традиционных питательных компонентов, при организации правильного кормления скота зачастую возникает дефицит важных минеральных элементов, необходимых для нормального обмена веществ, синтеза органических соединений, усиления процессов усвоения пищи и активизации функций ферментов и гормонов [13, 14, 15].

Недостаточная сбалансированность рационов по ключевым компонентам питания, включая белок, макро- и микроэлементы, снижает эффективность использования кормов, уменьшает выход продукции животноводства и повышает затраты на её получение. Таким образом, особое значение приобретает достаточное поступление в организм животных минеральных веществ, особенно микроэлементов, поскольку они необходимы для поддержания здоровья и стимулирования продуктивных качеств животного. При разработке схем питания важно учитывать потребность животных в минералах и понимать роль биогенных элементов, обеспечивая полное удовлетворение потребностей и повышая экономичность производства. Важно отметить, что повышение продуктивности сопровождается усилением метаболизма, в котором микроэлементы играют ключевую роль, способствуя эффективному усвоению питательных веществ и увеличению выхода конечной продукции даже при неизменности объема потребляемых кормов [16, 17, 18].

Дефицит контролируемых минеральных веществ негативно отражается на продуктивности животных и вызывает развитие ряда болезней, обусловленных нехваткой микроэлементов. Традиционно для предотвращения и терапии состояний дефицита микроэлементов применяют соли металлов в неорганической форме, хотя их эффективность ограничена [19, 20]. Последние исследования подчёркивают важность включения органических форм микроэлементов в рационы крупного рогатого скота. Такие органические комплексы обеспечивают лучшую доступность нужных веществ, поддерживая здоровье и улучшая показатели продуктивности животных.

Цель работы – изучить эффективность использования органического хрома в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «Жодино-АгроПлемЭлита».

Для выполнения поставленной цели методом пар-аналогов были подобраны 4 группы клинически здоровых животных с учётом живой

массы, возраста, упитанности и одинаковой продуктивности (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм)
II опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (150 мг на 1 кг комбикорма)
III опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (225 мг на 1 кг комбикорма)
IV опытная	3	30	ОР + Биопромис Хром пиколинат (300 мг на 1 кг комбикорма)

Отличительной особенностью между контрольной и опытными группами являлось введение в рацион животных опытных групп комбикорма, обогащённого Биопромис Хром пиколинатом. В процессе эксперимента добавка вводилась в комбикорм в различных дозировках: 150 мг, 225 и 300 мг пиколината хрома на 1 кг комбикорма.

В процессе исследований изучены показатели рубцового пищеварения, потребление кормов, гематологические показатели и продуктивность животных.

Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путём 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, взятую в утренние часы до начала кормления, стабилизировали трилоном-Б (2,0-2,5 ед./мл) и исследовали в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора Accent 200, гематологические показатели на анализаторе URIT-3000Vet Plus.

Определение хрома в кормах проведено в РУП «Институт почвоведения и агрохимии».

Статистическая обработка результатов анализа была проведена с учётом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждение. Рацион подопытных животных состоял из силоса разнотравного, сена злакового и комбикорма. Были отобраны образцы травяных и концентрированных кормов, используемых в кормлении подопытных животных и изучен их

химический состав с целью определения питательности рационов.

В структуре рациона на долю концентрированных кормов приходилось 40 % по питательности, тогда как травяные корма занимали 60 %. Концентрированные корма животные съедали полностью. Поедаемость силоса находилась примерно на одном уровне. В то же время в опытных группах отмечено небольшое увеличение потребления сена на 1,8-8,1 % (таблица 2).

Таблица 2 – Рацион подопытных животных

Корма и питательные вещества	Группа животных			
	I	II	III	IV
Сено злаковое, кг	1,11	1,13	1,20	1,14
Силос разнотравный, кг	15,25	15,34	15,40	15,37
Комбикорм, кг	2,00	2,00	2,00	2,00
В рационе содержится:				
Корм. ед.	6,23	6,26	6,31	6,27
Обменная энергия, МДж	70,3	70,7	71,4	70,9
Сухое вещество, г	7,02	7,06	7,14	7,08
Сырой протеин, г	833,1	837,3	843,4	838,9
Сырой жир, г	251,7	253,2	255,3	253,7
Сырая клетчатка, г	1479,0	1490,4	1511,3	1495,0
БЭВ, г	3941,7	3964,1	4008,0	3973,3
Кальций, г	54,57	54,92	55,58	55,06
Фосфор, г	21,90	21,99	22,12	22,02
Магний, г	10,14	10,21	10,32	10,23
Калий, г	70,85	71,27	71,84	71,43
Сера, г	8,95	9,01	9,14	9,04
Железо, мг	637,56	642,23	652,20	644,19
Медь, мг	158,70	158,81	158,98	158,86
Цинк, мг	211,11	212,01	214,08	212,39
Марганец, мг	521,49	525,29	534,00	526,92
Кобальт, мг	2,44	2,45	2,45	2,45
Йод, мг	2,90	2,92	2,96	2,93
Хром, мг	11,35	12,03	12,44	12,65

В ходе исследования было выявлено, что суточная норма потребления сухого вещества рациона подопытным молодняком составляла 7,02-7,14 кг/голову. При этом в одном килограмме сухого вещества содержалось 0,89 кормовых единиц. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона опытных групп составила 10 МДж/кг. Доля сырого протеина в сухом веществе рационов составила 12 %, а количество клетчатки – 21 %. Соотношение кальция к фосфору находилось на уровне 2,5:1.

Включение хелатной добавки в состав комбикорма оказало влияние на процессы пищеварения в рубце подопытного молодняка (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение рубцового пищеварения подопытного молодняка

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
pH	6,40±0,16	6,27±0,07	6,14±0,06	6,24±0,09
ЛЖК, ммоль/100 мл	10,1±0,4	10,2±0,09	10,40±0,25	10,37±0,23
Аммиак, мг/100 мл	26,3±2,15	26,9±0,88	27,6±1,078	27,1±0,47
Азот общий, мг/100 мл	142±5,0	147,3±3,28	151,67±2,96	148±3,51

Так, в рубцовой жидкости животных II, III и IV опытной группы отмечено понижение уровня pH на 2,0-4,1%. В то же время увеличилась концентрация летучих жирных кислот на 1,3-3,0 %, аммиака – на 2,6-5,1 %. Также выявлено повышение содержания общего азота – на 3,7-6,8 %. Однако все различия между группами были недостоверны.

Гематологические показатели представлены в таблице 4. Полученные данные позволяют сделать вывод о том, что показатели крови находились в пределах физиологических норм. Это свидетельствует о нормальном течении обменных процессов у животных всех групп. Однако стоит отметить, что скармливание комбикорма, содержащего Биопромис Хром пиколинат, оказало некоторое влияние на состав крови животных. У животных опытных групп было отмечено увеличение количества эритроцитов на 2,4-4,2 %, гемоглобина – на 1,5-3,0 %, общего белка – на 2,5-5,1 % и кальция – на 2,1-5,6 %. В то же время было установлено, что в крови бычков опытных групп наблюдалось снижение концентрации глюкозы на 2,7-7,5 %. Однако стоит отметить, что отмеченные различия были недостоверными.

Таблица 4 – Гематологические показатели подопытных животных

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	6,19±0,3	6,45±0,26	6,43±0,09	6,34±0,32
Гемоглобин, г/л	111±6,0	114,33±3,48	112,67±3,48	113±2,08
Общий белок, г/л	76,6±5,0	79,1±3,71	80,53±1,57	78,53±3,81
Глюкоза, ммоль/л	2,95±0,15	2,87±0,14	2,77±0,09	2,73±0,14
Мочевина, ммоль/л	4,04±0,28	3,92±0,13	4,2±0,24	4,1±0,26
Кальций общий, ммоль/л	2,85±0,12	2,91±0,11	2,94±0,11	3,01±0,12
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,89±0,16	1,89±0,04	1,94±0,04	1,86±0,07

Таким образом, результаты данного исследования свидетельствуют о том, что скармливание комбикорма с добавкой Биопромис Хром

пиколинат может оказывать некоторое влияние на состав крови животных.

В ходе исследования проведена оценка интенсивности роста и уровня среднесуточных приростов животных путём их индивидуального взвешивания при постановке на опыт и снятии с него (таблица 5).

Таблица 5 – Динамика живой массы и эффективность использования кормов подопытным молодняком

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	217,5±2,5	220,3±2,4	221,3±4,1	220±2,50
в конце опыта	241±4,0	244,3±3,5	246±5,3	244,3±3,20
Валовой прирост, кг	23,5±1,5	24±1,2	24,7±1,2	24,3±1,40
Среднесуточный прирост, г	783±50,0	800±38,7	822,3±40,0	811±48,5
% к контролю	100	102,2	105,0	103,6
Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед.	7,96	7,83	7,68	7,73
% к контролю	100	98,37	96,48	97,11

Анализ динамики роста животных за 90 дней показал, что использование органического соединения хрома способствует повышению уровня продуктивности животных.

При внесении органического хрома в количестве 150 мкг на 1 кг комбикорма наблюдалось увеличение энергии роста животных на 2,2 %. Увеличение дозировки хрома до 300 мкг способствовало повышению продуктивности на 5,0 %. В группах, получавших 450 мкг на 1 кг комбикорма, отмечено увеличение среднесуточных приростов живой массы на 3,6 %. Эти результаты показали, что повышение дозировки хрома не привело к дополнительному увеличению продуктивности животных. В результате повышения продуктивности эффективность использования питательных веществ рациона увеличилась. Так, затраты кормов в опытных группах увеличилась снизились на 1,63-3,52 %, причём наибольший эффект был достигнут при норме скармливания хрома 300 мкг/кг комбикорма.

Заключение. Исследования показали, что в рубцовой жидкости бычков в возрасте 6-9 месяцев, получавших органический хром, наблюдается повышение содержания летучих жирных кислот на 1,3-3,0 %, общего азота – на 3,7-6,8 и снижение кислотности на 2,0-4,1 %, что говорит о положительном влиянии скармливания органического хрома на процессы пищеварения в рубце и способствует увеличению среднесуточного прироста живой массы на 2,2-5,0 % при снижении затрат корма на его получение на 1,63-3,52 %.

На основании полученных результатов можно отметить, что использование концентратов с добавлением органических соединений хрома является эффективным способом повышения продуктивности крупного рогатого скота.

Литература

1. Физиологическое состояние и переваримость питательных веществ при скармливании молодняку крупного рогатого скота солода пивоваренного / Е. Е. Парханович, В. П. Цай, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Д. В. Медведева, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 152-155.
2. Кормовые добавки из зерна высокобелковых культур в кормлении молодняку крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова, П. В. Скрипин, А. В. Козликин, Н. А. Святогоров, М. В. Джумкова, А. В. Астренков, Т. М. Натынчик, Е. И. Приловская // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 195-198.
3. Продуктивность молодняку крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, Т. В. Медведская, А. Г. Марусич, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 18-26.
4. Использование разных количеств лактозы в рационах молодняку крупного рогатого скота / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, Е. И. Приловская // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы III междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 16-17 мая 2019 г. / Красноярский НИИЖ. – Красноярск, 2019. – С. 278-282.
5. Нормирование лактозы в рационах телят в возрасте 30-60 дней / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, В. А. Томчук [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино : Белорусская наука, 2019. – С. 298-302.
6. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пилюк, М. В. Джумкова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, Н. И. Мосолова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, С. А. Коваленко, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, № 2. – С. 44-54. – DOI 10.47612/0134-9732-2022-57-2-44-54.
7. Влияние степени измельчения зерна на физиологическое состояние, обмен веществ и продуктивность молодняку 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. / БГСХА ; редкол. : В. В. Великанов [и др.]. – Горки, 2022. – Вып. 25, ч. 1. – С. 224-231.
8. Продуктивность телят в зависимости от количества протеина в составе ЗЦМ / Г. Н. Радчикова, Н. А. Шарейко, О. Ф. Ганущенко [и др.] // Современные технологии сельскохозяйственного производства : сб. науч. ст. по материалам XXI Междунар. науч.-практ.

конф., Гродно, 18 мая 2018 г. / ГГАУ. – Гродно, 2018. – С. 204-206.

9. Влияние скармливания кормовых добавок с включением синтетических азотсодержащих веществ на продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, Л. А. Возмитель [и др.] // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 05 дек. 2019 г. / Томский СХИ. – Томск : Золотой колос, 2019. – С. 248-251.

10. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев от скармливания экструдированных высокобелковых концентрированных кормов / А. Н. Кот, Н. И. Мосолова, Г. В. Бесараб, А. М. Антонович, Е. А. Долженкова, Т. Л. Сапсальёва, Г. Н. Радчикова, А. В. Жалнеровская, А. В. Астренков, Е. И. Приловская // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч. 2. – С. 3-13.

11. Повышение эффективности использования протеина в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалева, Д. М. Богданович, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, Н. Н. Мороз, В. А. Люндышев // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 266-271.

12. Богданович, И. В. Переваримость и использование телятами питательных веществ рационов с включением ЗЦМ / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Брянск, 24–25 марта 2022 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2022. – С. 252-256.

13. Влияние соотношения фракций протеина в заменителе цельного молока на эффективность выращивания телят / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсальёва, М. В. Джумкова, Е. А. Лёвкин // Достижения и актуальные вопросы современной гигиены животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию юбилею кафедры гигиены животных им. проф. В.А. Медведского, Витебск, 02 нояб. 2023 г. / ВГАВМ. – Витебск, 2023. – С. 62-67.

14. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова, М. В. Джумкова, В. А. Люндышев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 11-18.

15. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1. – С. 160-171.

16. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, С. Н. Пилюк, Л. Н. Гамко // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 235-239.

17. Влияния азотистых веществ небелковой природы на расщепляемость протеина комбикормов / Г. В. Бесараб, М. И. Сложенкина, Т. Л. Сапсальёва, М. В. Джумкова, О. Ф. Ганущенко, Т. В. Медведская, И. С. Серяков, В. В. Карелин, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1. – С. 144-151.

18. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович //

Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы V науч.-практ. конф. с междунар. участием, Вологда ; Молочное, 21-25 февр. 2022 г. / ВНИЦ РАН. – Вологда, 2022. – С. 152-157.

19. Откорм бычков с использованием кормовой добавки "ИПАН"/ В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, И. А. Петрова, С. Н. Пилук // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино : Белорусская наука, 2019. – С. 363-367.

20. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота белково-витаминно-минеральных добавок / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, В. М. Будько, Л. А. Возмитель, Д. В. Медведева // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 57-63.

Поступила 26.03.2025 г.

УДК 636.2.082.453.52:636.2.087.72

А.В. КРЫЦЫНА, М.М. КАРПЕНЯ, С.Л. КАРПЕНЯ, Ю.Г. СОБОЛЕВА

СПЕРМОПРОДУКЦИЯ И КОНЦЕНТРАЦИЯ АМИНОКИСЛОТ В СПЕРМЕ БЫКОВ-ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ В РАЦИОНЕ ПРОДУКТА ПЕПТИДНО- АМИНОКИСЛОТНОГО ХЕЛАТИРОВАННОГО «ПАД-3»

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

В статье представлены результаты исследований, целью которых было определение динамики спермопродукции и концентрации аминокислот в сперме племенных быков при использовании в рационе продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3». В результате проведённого эксперимента установлено, что использование изучаемого продукта в кормлении быков-производителей в количестве 2 и 3 % от массы комбикорма-концентрата позволяет повысить объём эякулята соответственно на 6,4 и 6,7 %, активность спермы – на 2,5 и 1,3 %, концентрацию сперматозоидов в эякуляте – на 7,6 и 6,8 %, оплодотворяющую способность спермы – на 6,1 и 6,3 п. п. и концентрацию заменимых и незаменимых аминокислот в сперме.

Ключевые слова: быки-производители, аминокислоты, хелаты, спермопродукция, эякулят.

**SEMEN PRODUCTION AND CONCENTRATION OF AMINO
ACIDS IN SEMEN OF STUD BULLS WITH THE PEPTIDE-AMINO
ACID CHELATED PRODUCT INCLUDED IN THE DIET “PAD-3”**

The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus

The paper contains the results of research aimed at determining the dynamics of semen production and concentration of amino acids in the semen of stud bulls with the peptide-amino acid chelated product “PAD-3” included in the diet. As a result of the conducted experiment it has been established that the use of the studied product in feeding of stud bulls in the amount of 2 and 3% of the weight of concentrated compound feed allows increasing the volume of ejaculate by 6.4 and 6.7%, sperm activity – by 2.5 and 1.3%, sperm concentration in ejaculate – by 7.6 and 6.8%, semen fertilizing capacity – by 6.1 and 6.3 p. p. and the concentration of non-essential and essential amino acids in semen.

Key words: stud bulls, amino acids, chelates, semen production, ejaculate.

Введение. Сбалансированное кормление племенных быков в сочетании с хорошими условиями ухода, содержания и правильным режимом использования обеспечивает им здоровье, высокую половую активность и получение от них спермы хорошего качества. Для поддержания здоровья и высокой репродуктивной функции быков-производителей значительное место занимает сбалансированное протеиновое и минеральное питание [1, 2].

Современное протеиновое питание невозможно представить без рассмотрения роли отдельных аминокислот. Даже при общем положительном протеиновом балансе организм животного может испытывать недостаток протеина. Это связано с тем, что усвоение отдельных аминокислот взаимосвязано друг с другом, недостаток или избыток одной аминокислоты может приводить к недостатку другой. Часть аминокислот не синтезируется в организме животных. Они получили название незаменимые аминокислоты. Таких аминокислот всего десять. Четыре из них являются критическими (лимитирующими) – они чаще всего ограничивают рост и развитие животных. Организм должен получать достаточное количество главной лимитирующей кислоты с кормом для того, чтобы и другие аминокислоты могли эффективно использоваться для синтеза белка [3, 4, 5].

В течение многих лет микроэлементы вводили в рацион животных в виде неорганических солей. Общеизвестно, что микроэлементы из таких солей в желудочно-кишечном тракте плохо усваиваются и

характеризуются низкой биодоступностью. В настоящее время биологическая активность микробиогенных металлов и их широкое участие во всех важнейших метаболических реакциях, в клеточном химизме зависит от их хелатирующих свойств. Известно, что при образовании соединений металлов с аминокислотами наблюдаются изменения их химических и биологических свойств, причем ионы металлов в сочетании с аминокислотами становятся менее токсичными и могут катализировать различные биохимические процессы [6, 7].

Цель исследований – определить динамику спермопродукции и концентрацию аминокислот в сперме быков-производителей при использовании в рационе продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3».

Материал и методика исследований. Исследования проводились на быках-производителях в РУП «Витебское племпредприятие». По принципу пар-аналогов сформировали 4 группы быков: одна контрольная и три опытных по 8 голов в каждой с учётом генотипа, возраста, живой массы и качества спермопродукции (таблица 1). Подготовительный период перед учётным периодом длился 15 дней. Рацион быков-производителей (при средней нагрузке) установлен по фактически съеденным кормам в среднем за период опыта. Различия в кормлении заключались в том, что животные II, III и IV опытных групп в составе рациона получали продукт пептидно-аминокислотный хелатированный «ПАД-3» в количестве 1 %, 2 и 3 % от массы комбикорма-концентрата.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Кол-во быков в группе	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления быков-производителей
I контрольная	8	90	Основной рацион (ОР)
II опытная	8		ОР + 1% продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» от массы комбикорма
III опытная	8		ОР + 2% продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» от массы комбикорма
IV опытная	8		ОР + 3% продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» от массы комбикорма

Химический состав и свойства продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» приведён в таблице 2.

Таблица 2 – Химический состав и свойства продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3»

Наименование показателя	Норма	Фактическое содержание
Плотность, г/см ³	1,0–1,1	1,04
Водородный показатель (рН), ед.	4,0–9,0	6,8
Сырой протеин, % не менее	4,0	4,2
Аминный азот, % не менее	0,3	0,5
Массовая доля пептонов, % не менее	2,0	9,8
Витамин А, млн МЕ/т	900–1300	1020
Витамин Е, г/т	600–750	650
Медь, г/т	250–350	300
Цинк, г/т	2000–3000	2500
Марганец, г/т	180–250	250
Кобальт, г/т	80–120	90,0
Йод, г/т	9,0–13,0	10,0
Селен, г/т	10–20	15,0

Продукт пептидно-аминокислотный хелатированный «ПАД-3» разработан совместно с учреждением Белорусского государственного университета «Научно-исследовательский институт физико-химических проблем» и производится в соответствии с техническими условиями ТУ ВУ100050710.217-2021 «Продукты пептидно-аминокислотные хелатированные «ПАД-2» и «ПАД-3» [8].

При проведении научно-хозяйственного опыта изучали химический состав кормов по общепринятым методикам. Отбор средних проб кормов осуществляли в соответствии с ГОСТ 31218-2003.

Показатели спермы быков-производителей определяли в специализированной лаборатории РУП «Витебское племпредприятие» по ГОСТ 32277–2013 «Сперма. Методы испытаний физических свойств и биологического, биохимического, морфологического анализов», ГОСТ 23745–2014 «Сперма быков неразбавленная свежеполученная» и ГОСТ 26030–2015 «Сперма быков замороженная». Концентрацию аминокислот в сперме быков-производителей определяли с помощью системы капиллярного электрофореза Капель-105М.

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе исследований установлено, что фактическое потребление кормов животными всех подопытных групп находилось на сравнительно высоком уровне, рационы были практически равноценны по энергетической питательности в результате почти одинаковой поедаемости кормов быками. Рацион быков-производителей (при средней нагрузке) установлен по фактически съеденным кормам в среднем за период опыта. Подопытные быки-

производители в составе рациона получали сено клеверо-тимофеечное 6,2 кг, сенаж разнотравный – 4,8 кг и комбикорм-концентрат КД-К-66С – 4,0 кг (таблица 3). Для повышения полноценности и сбалансированности кормления животных в рационы вводили сухое молоко, сахар и подсолнечное масло.

Таблица 3 – Среднесуточное потребление кормов быками в среднем за период опыта (по фактически съеденным кормам)

Показатели	Группа			
	I кон- трольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Сено клеверо-тимофеечное, кг	6,2			
Сенаж разнотравный, кг	4,8			
Комбикорм КД-К-66С, кг	4,0			
Продукт пептидно-аминокислот- ный хелатированный ПАД-3, г	-	40	80	120
В рационе содержится:				
кормовых единиц, кг	9,03	9,03	9,03	9,03
обменной энергии, МДж	116,2	116,2	116,2	116,2
сухого вещества, кг	13,12	13,12	13,12	13,12
сырого протеина, г	2198	2200	2202	2204
переваримого протеина, г	1333	1338	1342	1350
сырой клетчатки, г	3018	3018	3018	3018
крахмала, г	1588	1588	1588	1588
сахара, г	1355	1355	1355	1355
сырого жира, г	401,7	401,7	401,7	401,7
кальция, г	63,8	63,8	63,8	63,8
фосфора, г	56,3	56,3	56,3	56,3
магния, г	34,1	34,1	34,1	34,1
калия, г	95,6	95,6	95,6	95,6
натрия, г	19,7	19,7	19,7	19,7
серы, г	39,0	39,0	39,0	39,0
железа, мг	1387	1387	1387	1387
меди, мг	113,8	126,4	138,9	151,5
цинка, мг	425,3	510,8	595,9	681,8
марганца, мг	593,5	603,0	612,5	622,0
кобальта, мг	8,26	13,63	15,08	16,52
йода, мг	8,64	9,39	10,16	11,76
селена, мг	2,86	3,67	4,68	5,69
каротина, мг	633,7	675,7	717,6	759,5
витамина D, тыс. МЕ	12,4	13,9	15,8	18,4
витамина E, мг	311,7	337,6	362,6	399,5

Содержание кормовых единиц в рационе быков-производителей всех групп находилось на уровне 9,03 кг, обменной энергии – 116,2 МДж,

сухого вещества – 13,12 кг. В рационах быков на 1 к. ед. приходилось 148-150 г переваримого протеина. Быки опытных групп были лучше обеспечены сырым и переваримым протеином, микроэлементами и витаминами, что обусловлено их содержанием в разработанном продукте пептидно-аминокислотном хелатированном «ПАД-3».

Применение продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» в рационах быков-производителей неодинаково отразилось на показателях их спермопродукции (таблица 4). В результате опыта установлено, что по объёму эякулята производители IV группы превосходили аналогов I группы на 0,39 мл или на 6,7 % ($P<0,05$), быки II группы – на 0,29 мл или на 5,0 % ($P>0,05$) и III группы – на 0,37 мл или на 6,4 % ($P<0,05$). По активности спермы быки-производители III и IV групп превосходили животных I контрольной и II групп на 2,5 и 1,3 % соответственно. Концентрация сперматозоидов у быков III группы по сравнению со сверстниками I группы увеличилась на 0,10 млрд/мл или на 7,6 % ($P<0,05$), у производителей II группы – на 0,07 млрд/мл или на 5,3 % ($P>0,05$) и у быков IV группы – на 0,09 млрд/мл или на 6,8 % ($P<0,05$). Количество сперматозоидов в эякуляте у производителей II группы было выше, чем у аналогов I группы, на 0,81 млрд или на 10,5 %, у быков III группы – на 1,11 млрд или на 14,5 % ($P<0,001$) и у быков IV группы – на 1,08 млрд или на 14,1 % ($P<0,001$).

Таблица 4 – Показатели спермы быков-производителей (n=8)

Группа		Показатели спермопродукции			
		объём эякулята, мл	активность спермы, баллов	концентрация сперматозоидов в эякуляте, млрд/мл	количество сперматозоидов в эякуляте, млрд
I контрольная	M±m	5,82±0,13	8,0±0,14	1,32±0,03	7,68±0,29
	Cv	12,7	3,9	13,8	23,7
II опытная	M±m	6,11±0,16	8,0±0,16	1,39±0,04	8,49±0,36
	Cv	9,8	5,3	11,6	22,9
III опытная	M±m	6,19±0,11*	8,2±0,09	1,42±0,03*	8,79±0,34**
	Cv	8,4	2,7	10,8	31,8
IV опытная	M±m	6,21±0,12*	8,1±0,15	1,41±0,02*	8,76±0,31**
	Cv	12,1	3,4	11,7	29,3

За период опыта получено больше эякулятов от производителей IV опытной группы на 3,3 %, от быков III опытной группы – на 6,0 и от сверстников II опытной группы – на 4,3 % по сравнению с аналогами I контрольной группы (таблица 5).

Таблица 5 – Количественные и качественные показатели спермы быков-производителей (n=8)

Показатели	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Получено эякулятов за опытный период, шт.	184	192	195	190
Брак эякулятов, %	2,1	1,7	1,5	1,4
Получено эякулятов за вычетом выбракованных, шт.	180	189	192	187
Накоплено спермодоз (заморожено соломино), ед.	27850	28862	30432	29789
Брак спермодоз, %	4,9	4,0	3,8	4,0
Накоплено спермодоз за вычетом выбракованных, ед.	26485	27708	29276	28597
Оплодотворяющая способность спермы, %	69,8	72,4	75,9	76,1

У производителей III и IV групп процент брака эякулятов был ниже на 0,6 и 0,7 п. п. соответственно, у животных II группы – на 0,4 п. п. по сравнению с аналогами I контрольной группы. Наибольшее число эякулятов за вычетом выбракованных получено в III группе, что больше по сравнению с контролем на 6,7 %. От быков-производителей III группы было заморожено спермодоз на 2582 единицы, или на 9,3 %, больше, у быков II группы – на 1012 единиц, или на 3,6 %, и животных IV группы – на 1939 единиц, или на 7,0 %, чем у аналогов I контрольной группы. Процент брака спермодоз по переживаемости у быков III, II и IV групп был ниже по сравнению с быками контрольной группы соответственно на 1,1 и 0,9 п. п. Количество замороженных спермодоз за вычетом выбракованных у быков III группы было больше на 10,5 %, у животных II группы – на 4,6 % и производителей IV группы – на 8,0 % по сравнению с аналогами I группы. Оплодотворяющая способность спермы у быков I контрольной группы находилась на уровне 69,8 %, что ниже по сравнению с животными II, III и IV опытных групп соответственно на 2,6 п. п., 6,1 и 6,3 п. п.

Использование в рационе быков-производителей продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» способствовало повышению в сперме концентрации аминокислот (таблица 6).

В сперме быков III опытной группы по сравнению с I контрольной группой концентрация незаменимых аминокислот была выше: лизина – на 0,1108 п. п. ($P<0,001$), лейцина+изолейцина – на 0,0463 ($P<0,001$), валина – на 0,0121 ($P>0,05$), треонина – на 0,0639 ($P<0,001$), фенилаланина – на 0,0206 ($P<0,05$), метионина – на 0,0203 п.п. ($P<0,05$); в сперме производителей IV опытной группы соответственно на 0,138 п.п. ($P<0,001$),

0,0795 ($P<0,001$), 0,0491 ($P<0,001$), 0,0599 ($P<0,001$), 0,0391 ($P<0,001$) и 0,0305 п.п. ($P<0,01$). У животных II опытной группы достоверная разница с контролем отмечена по содержанию в сперме лизина и треонина.

Таблица 6 – Концентрация аминокислот в сперме быков, % (n=4)

Аминокислоты	Группа			
	I контрольная	II опытная	III опытная	IV опытная
Незаменимые аминокислоты, %				
Лизин	0,1445± 0,0214	0,1978± 0,0147*	0,2553± 0,0192***	0,2825± 0,0163***
Лейцин + изолейцин	0,1200± 0,0094	0,1316± 0,0082	0,1663± 0,0079***	0,1995± 0,0091***
Валин	0,1249± 0,0073	0,1316± 0,0082	0,1370± 0,0069	0,1740± 0,0076***
Треонин	0,0748± 0,0039	0,0956± 0,0053*	0,1387± 0,0092***	0,1347± 0,0086***
Фенилаланин	0,0688± 0,0058	0,0809± 0,0074	0,0894± 0,0081*	0,1079± 0,0089***
Метионин	0,0368± 0,0041	0,0478± 0,0062	0,0571± 0,0066*	0,0673± 0,0094**
Заменимые аминокислоты, %				
Аргинин	0,2149± 0,0148	0,2289± 0,0161	0,2573± 0,0201	0,2919± 0,0214**
Тирозин	0,0573± 0,0049	0,0651± 0,0062	0,0885± 0,0073**	0,0919± 0,0102**
Гитидин	0,0421± 0,0037	0,0490± 0,0041	0,0529± 0,0059	0,0538± 0,0043*
Пролин	0,0867± 0,0064	0,0898± 0,0079	0,1113± 0,0108	0,1212± 0,0127*
Глицин	0,0801± 0,0049	0,0972± 0,0084	0,1215± 0,0117**	0,1445± 0,0129***
Аланин	0,1358± 0,0117	0,1446± 0,0140	0,1560± 0,0164	0,1853± 0,0179*
Серин	0,1695± 0,0158	0,1739± 0,0172	0,2071± 0,0206	0,2168± 0,0229

Концентрация заменимых аминокислот в сперме производителей IV опытной группы по сравнению с I контрольной была выше: аргинина – на 0,077 п. п. ($P<0,01$), тирозина – на 0,0349 ($P<0,01$), гитидина – на 0,0117 ($P<0,05$), пролина – на 0,0345 ($P<0,05$), глицина – на 0,0644 ($P<0,001$), аланина – на 0,0495 ($P<0,05$) и серина – на 0,0473 п. п. ($P>0,05$), в сперме быков III опытной группы достоверное увеличение наблюдалось по тирозину на 0,0312 п. п. ($P<0,01$) и глицину – на 0,0414 п. п. ($P<0,01$), а по остальным аминокислотам прослеживалась тенденция к их

увеличению.

Заключение. 1. Включение в состав рациона быков-производителей продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3» в количестве 2 и 3 % от массы комбикорма-концентрата позволяет повысить количество и качество их спермопродукции, о чём свидетельствует увеличение объёма эякулята на 6,4 и 6,7 %, активности спермы – на 2,5 и 1,3 %, концентрации сперматозоидов в эякуляте – на 7,6 и 6,8 %, оплодотворяющую способность спермы – на 6,1 и 6,3 п. п., количество эякулятов – на 6,0 и 3,3 % при снижении их брака на 0,6 и 1,1 п. п. соответственно.

2. Использование разработанной кормовой добавки «ПАД-3» в кормлении быков-производителей способствовало повышению в сперме незаменимых аминокислот: лизина – на 0,1108-0,138 п. п. ($P<0,001$), лейцина+изолейцина – на 0,0463-0,0795 ($P<0,001$), валина – на 0,0121-0,0491 ($P<0,001$), треонина – на 0,0639-0,0599 ($P<0,001$), фенилаланина – на 0,0206-0,0391 ($P<0,001$) и метионина – на 0,0203-0,0305 п. п. ($P<0,01$). Концентрация заменимых аминокислот в сперме производителей IV опытной группы по сравнению с I контрольной была выше: аргинина – на 0,077 п. п. ($P<0,01$), тирозина – на 0,0349 ($P<0,01$), гитидина – на 0,0117 ($P<0,05$), пролина – на 0,0345 ($P<0,05$), глицина – на 0,0644 ($P<0,001$), аланина – на 0,0495 ($P<0,05$) и серина – на 0,0473 п. п. ($P>0,05$). В сперме быков III опытной группы достоверное увеличение наблюдалось по тирозину на 0,0312 п. п. ($P<0,01$) и глицину на 0,0414 п. п. ($P<0,01$), а по остальным аминокислотам прослеживалась тенденция к их увеличению.

Литература

1. Использование пептидно-аминокислотной хелатированной добавки в кормлении быков-производителей : рекомендации / М. М. Карпеня, А. В. Крыцына, А. М. Карпеня, В. Н. Подрез ; Витебская гос. акад. ветеринарной медицины. – Витебск, 2021. – 19 с.
2. Карпеня, М. М. Оптимизация кормления племенных бычков и быков-производителей : монография / М. М. Карпеня. – Витебск : ВГАВМ, 2019. – 172 с.
3. Макарецв, Н. Г. Кормление сельскохозяйственных животных : учебник для вузов / Н. Г. Макарецв. – 3-е изд. перераб. доп. – Калуга : Ноосфера, 2012. – 642 с.
4. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] ; Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводств. – Жодино, 2011. – 260 с.
5. Сравнительный опыт влияния введения в рацион телят чёрно-пёстрой породы антибиотика и некоторых аминокислот на зоотехнические показатели / М. М. Орлов, В. В. Тарабрин, В. В. Петряков [и др.] // Основы и перспективы органических биотехнологий. – 2020. – № 1. – С. 29–35.
6. Емельянов, В. В. Биохимия : учеб. пособие / В. В. Емельянов, Н. Е. Максимова, Н. Н. Мочульская. – Екатеринбург, 2016. – 132 с.
7. Иванова, А. С. Хелаты в кормлении высокопродуктивных животных / А. С. Иванова // Эколого-биологические проблемы использования природных ресурсов в сельском хозяйстве : сб. материалов IV Междунар. науч.-практ. конф. молодых учёных и специалистов, Екатеринбург, 07–08 июня 2018 г. / УрФАНИИЦ УрО РАН,– Екатеринбург, 2018. –

С. 180-182.

8. Продукты пептидно-аминокислотные хелатированные ПАД-2, ПАД-3 : ТУ ВУ 100050710.217-2021 : введ. 19.08.2021 г., № ГР 062969 / Е.А. Чернявский [и др.]. – Минск, 2021. – 21 с.

Поступила 14.04.2025 г.

УДК 636.2.085.15

А.А. КУРЕПИН

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АЗОТА И РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ ПЕРВОТЁЛОК В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СОДЕРЖАНИЯ СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ В РАЦИОНЕ

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

Клетчатка составляет большую часть рациона жвачных животных, поэтому изучение питательности кормов и совершенствование рационов по содержанию и соотношению структурных углеводов является актуальным для производства продуктов животноводства. Целью исследования, результаты которого представлены в статье, являлось изучить баланс и использование азота, а также рубцовое пищеварение первотёлок в период ранней лактации в зависимости от содержания структурных углеводов в рационе. В процессе проведения опытов установлено, что уровень структурных углеводов в рационе первотёлок влияет на потребление сухого вещества. Определены оптимальные уровни структурных углеводов в рационе лактирующих коров в ранний период лактации (30,7-32,6 % НДК и 21,5-21,9 % КДК), способствующие более интенсивному рубцовому пищеварению, выразившиеся в поддержании оптимального уровня рН рубца на уровне 6,65-6,61 ед., в повышении переваривания структурных углеводов растительных кормов с увеличением образования конечных продуктов метаболита (ЛЖК), снижением содержания аммиака и увеличением молочной продуктивности.

Ключевые слова: структурные углеводы, первотёлки, потребление, рубцовое пищеварение.

NITROGEN UTILIZATION AND RUMINAL DIGESTION OF FIRST-CALF HEIFERS DEPENDING ON THE CONTENT OF STRUCTURAL CARBOHYDRATES IN THE DIET

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Fiber makes up a major part of the diet of ruminants, so studying the nutritional value of feed and improving diets in terms of the content and ratio of structural carbohydrates is relevant for the production of livestock products. The purpose of the study, the results of which are presented in this paper, was to study the balance and utilization of nitrogen, as well as ruminal digestion of first-calf heifers during early lactation depending on the content of structural carbohydrates in the diet. During the experiments it was found that the level of structural carbohydrates in the diet of first-calf heifers influenced dry matter intake. The optimal levels of structural carbohydrates in the diet of lactating cows during early lactation (30.7-32.6% of NDF and 21.5-21.9% of ADF) were determined, promoting more intensive ruminal digestion, expressed in maintaining the optimal pH value of the rumen at a level of 6.65-6.61 units, in improving the digestion of structural carbohydrates of plant feeds with an increase in the formation of end metabolite products (VFA), a decrease in the ammonia content and an increase in milk productivity.

Key words: structural carbohydrates, first-calf heifers, intake, ruminal digestion.

Введение. Анатомо-морфологическое строение пищеварительного аппарата жвачных животных, обуславливающее своеобразие физиологических функций организма, наличие богатой микрофлоры и микрофауны в преджелудках, способствующей разложению большого количества растительного корма, налагают характерные особенности на процессы пищеварения.

Клетчатка составляет большую часть рациона жвачных животных и является для них важным питательным веществом, поэтому эффективность использования корма в значительной степени зависит от переваримости структурных углеводов. Основным местом переваривания питательных веществ, особенно клетчатки, для жвачных животных является рубец. Поскольку сами они не могут секретировать целлюлолитические ферменты переваривание клетчатки полностью зависит от симбиотических микроорганизмов рубца [1, 2].

Многими авторами [3, 4, 5, 6, 7, 8] установлено, что для гармоничного развития микробной популяции рубца, а следовательно, и для идущих в нём ферментативных процессов большое значение имеет тип кормления, вид корма, набор кормов в рационе содержание структурных углеводов, энергии в рационе и других питательных веществ.

Исходя из вышеизложенного, изучение питательности кормов и совершенствование рационов жвачных животных по содержанию и соотношению структурных углеводов является актуальным для производства продуктов животноводства. Данные исследования позволяют дать объективную оценку изучаемому вопросу применительно к особенностям кормления жвачных животных и кормовой базы хозяйств Республики Беларусь.

Целью исследования являлось изучить баланс и использование азота, а также рубцовое пищеварение первотёлок в период ранней лактации в зависимости от содержания структурных углеводов в рационе.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследований были проведены научно-хозяйственный и физиологические опыты на базе хозяйства Минской области с целью определения влияния различного содержания НДК и КДК в рационах первотёлок на потребление кормов рациона, эффективность использования азота и показатели рубцового пищеварения. При организации и проведении исследований руководствовались общепринятыми методиками [9, 10].

Рационы кормления были сбалансированы по всем основным питательным веществам и соответствовали ранее разработанным рекомендациям. Концентрация обменной энергии в сухом веществе рациона у животных всех групп находилась на уровне 11,4 МДж, сырого протеина – 16 %, концентрация сырой клетчатки в сухом веществе рациона составляла 18,0-19,2 %, что соответствует требованиям при нормировании рационов коров [11, 12].

В состав кормосмеси для животных всех групп входили: сенаж злаковый, силос кукурузный, сенно-соломенная резка, плющенное зерно, патока. Нормирование концентрированных кормов (комбикорм концентрат) проводился с учётом молочной продуктивности, что в среднем за опыт составило 0,3 кг на 1 л молока.

В среднем в структуре рациона у животных всех групп в течение всего опыта кормосмесь занимала 56,98-56,4 %, концентрированные корма находились на уровне 43 %.

Из приведённых данных по структуре и составу кормосмеси и рационов животных следует, что для достижения различной концентрации структурных углеводов в рацион животных вводили сенно-соломенную резку от 0,5 кг в контроле, до 1,5 кг – II опытная группа. При этом в рационе животных контрольной группы содержание нейтрально-дтергентной клетчатки (НДК) составило 28,7 %, кислотно-дтергентной – 21,1 %, в то время как у животных I и II опытных групп данные показатели находились на уровне 30,7 и 21,5 % и 32,6 и 21,9 % соответственно.

Результаты исследований и их обсуждение. Эффективность рационов с различным содержанием структурных углеводов (НДК и КДК) в сухом веществе для высокопродуктивных лактирующих коров первотелок в период ранней лактации оценивали по фактически потребленным кормам (рациона) (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика потребления рациона

Наименование показателя		Группа		
		кон- трольная	I опытная	II опытная
Задаваемое количество рациона (в среднем за опыт), кг		38,1	38,8	38,2
Остатки корма, в среднем за опыт	кг	1,66	1,12	1,29
	%	4,36	2,89	3,38
Итого фактически потреблено, кг		36,44	37,68	36,91
± по потреблению СВ		%	-3,5	-2,3

По данным химического анализа кормов их остатков вычислили фактическое потребление животными основных питательных веществ за учётный период.

Из анализа полученных данных следует, что животные всех групп получали в среднем 18,5-18,8 кг сухого вещества рациона, что составляет 38,1-38,8 кг задаваемых кормов. В то же время при определении потребления кормов рациона имеются некоторые различия. Так, животные контрольной группы в среднем за опыт на 3,5 % меньше потребили кормов от задаваемого, в то время как у животных I опытной группы, получавших рацион с содержанием НДК и КДК, в среднем на уровне 30,7 и 21,5 % соответственно, снижение потребления основного рациона было на уровне 2,89 %, дальнейшее увеличение содержание структурных углеводов в рационе животных – в среднем до 32,6 % НДК и 21,9 % КДК не привело к адекватному увеличению потребления кормов: так, у животных II опытной группы на 3,38 % снизилось потребление рациона по отношению к задаваемому.

Различное содержание структурных углеводов в рационе животных предопределило различие в потреблении сухого вещества, так животные контрольной группы потребляли на 3,5 % меньше сухого вещества от заданного, в то же время при увеличении структурных углеводов в сухом веществе рациона I опытной группы в среднем до 30,7 % НДК и 21,5 % КДК снижение потребление сухого вещества было на уровне 2,3 %. Дальнейшее увеличение структурных углеводов в сухом веществе рациона не привело к увеличению потребления сухого вещества основного рациона.

По данным физиологического опыта установлено, что баланс азота у животных всех групп был отрицательным. Выделение азота в моче от переваренного составляет 47,16 % в контроле, 42,89 и 43,7 % – в I и II опытных групп соответственно, что ниже на 4,27 и 3,46 п. п. по отношению к контролю.

Животные опытных групп использовали азот от принятого на 3,88 и 3,18 п. п. больше, чем животные контрольной группы, и тем самым распределение азота на продукцию от принятого различна. Так, на молоко первотёлки контрольной группы использовали азот незначительно больше, чем опытные на 1,47 и 1,5 п. п., в то же время на прирост массы тела отрицательный баланс был больше у животных контрольной группы и составил 18,16 % от использованного, что на 8,48 и 7,33 п. п. больше, чем у животных I и II опытной групп.

Данные физиологического опыта, проведённого на первотёлках, указывают, что снижение потерь азота с экскрементами свидетельствовало о рациональном его использовании не только на молоко, но и на построение белка тела. Уменьшение баланса азота в контрольной группе объясняется сравнительно невысокой переваримостью протеина, меньшим его потреблением и менее интенсивным процессом усвоения. Также можно предположить, что азот на продукцию молока у животных контрольной группы заимствовался из запасов тела, чему свидетельствует пониженный отрицательный баланс азота на прирост массы тела у первотёлок контрольной группы.

В ходе изучения влияния различного уровня структурных углеводов в рационе первотёлок в период ранней лактации на физиологические показатели рубцового пищеварения выявлено, что у животных всех групп концентрация ионов водорода (рН рубца) (рисунок 1) была в пределах физиологической нормы.

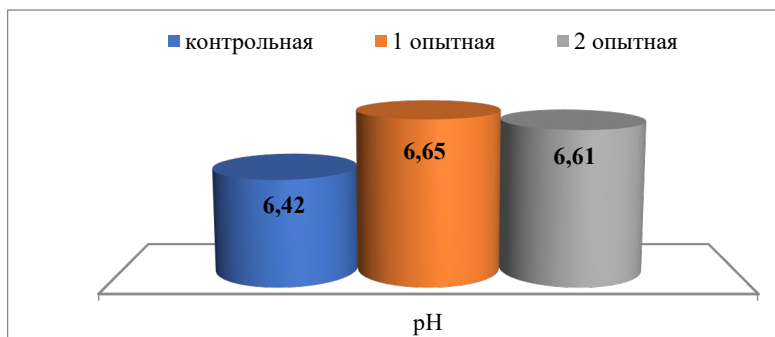


Рисунок 1 – Концентрация ионов водорода (рН рубца)

Реакция содержимого рубца в зависимости от рациона может быть слабокислой или слабощелочной, она поддерживается в пределах рН 6,3-7,4, что является важнейшим условием для развития микроорганизмов и для течения биохимических процессов в преджелудках. В послеотельный период деятельность рубца также нарушается в связи с резким высвобождением от сдавливания плодом, что сопровождается нарушениями моторики, атониями рубца. Это усугубляется тем фактом, что в начале лактации энергетические потребности коров резко возрастают и для их восполнения скармливаются корма, богатые крахмалом, что обуславливает снижение рН рубцового содержимого, повышает риск развития подострого ацидоза, кетоза с ухудшением здоровья животных.

По полученным данным концентрация ионов водорода у животных I и II опытных групп была выше на 0,23 и 0,19 ед. по отношению к животным контрольной группы и составляла 6,65-6,61 соответственно, хотя статистически достоверной разницы не выявлено. Повышение общей кислотности рубцового содержимого у опытных коров связано с интенсификацией процессов брожения и образования кислых метаболитов в рубце в виде летучих жирных кислот.

Летучие жирные кислоты (ЛЖК) образуются в рубце преимущественно в результате сбраживания углеводов корма и являются главным источником энергии для жвачных. В рубце постоянно протекают два взаимосвязанных процесса – образование этих высокоценных метаболитов и их всасывание, происходящее с разной скоростью для каждой кислоты и зависящее от концентрации и рН среды. Жвачные животные, благодаря симбиотическим отношениям рубцового микробиоценоза, приспособлены к перевариванию структурных углеводов растительных кормов, богатых клетчаткой и менее приспособлены к высоко концентратным рационам, так как при возникающих ацидозах происходит гибель целлюлозолитических микроорганизмов – важнейших продуцентов энергопластических летучих жирных кислот, в частности ацетата для синтеза молочной продукции.

Из полученных данных (рисунок 2) следует, что животные контрольной группы имели более низкий показатель по содержанию летучих жирных кислот в рубцовой жидкости – 92,7 ммоль/100 мл. В то же время, у животных опытных групп, получавших рацион с содержанием структурных углеводов НДК, в I опытной группе – на уровне 30,7 % в сухом веществе рациона и во II опытной группе – 32,6 %, содержание ЛЖК в рубце превышала контроль на 21,68 и 19,09 %, что свидетельствует о более интенсивном протекании гидролиза углеводов у опытных животных.

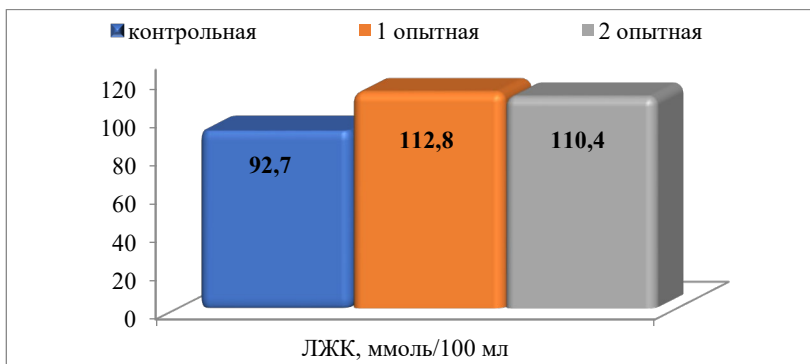


Рисунок 2 – Содержание летучих жирных кислот в рубце животных

Под действием протеолитических ферментов микроорганизмов рубца белковые компоненты корма расщепляются с образованием пептидов и аминокислот, которые подвергаются воздействию дезаминаз с образованием аммиака. Последний используется микроорганизмами для синтеза белков из тела, имеющих высокую биологическую ценность для организма животного-хозяина. Излишки аммиака всасываются через стенки рубца и попадают в печень.

У животных всех групп содержание аммиака в рубцовой жидкости находилось в пределах физиологической нормы, однако в количественном содержании и в конечном счёте в его использования имелись некоторые различия (рисунок 3).

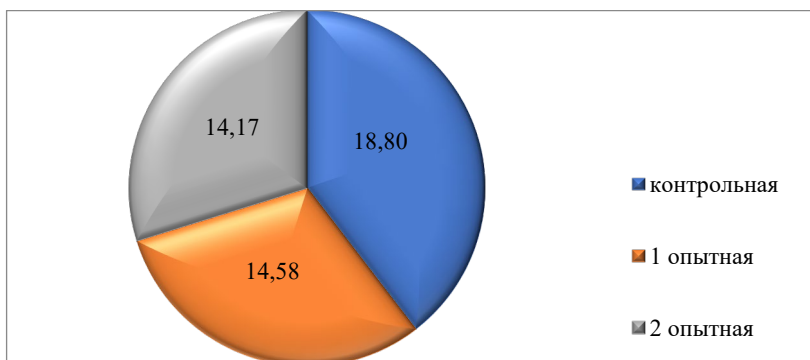


Рисунок 3 – Содержание аммиака в рубцовой жидкости животных, мг/100 мл

Таким образом, у животных контрольной группы, получавших рацион с содержанием НДК и КДК на уровне 28,7 и 21,1 %

соответственно, содержание аммиака составило 18,8 мг/100 мл, у животных опытных групп этот показатель был ниже на 28,9 и 32,67 %.

Результаты исследований по установлению влияния различного уровня структурных углеводов в рационе первотёлок в период ранней лактации на физиологические показатели рубцового пищеварения свидетельствуют о том, что оптимальное содержание структурных углеводов в рационе лактирующих коров в ранний период лактации на уровне 30,7-32,6 % НДК и 21,5-21,9 % КДК способствовало более интенсивному рубцовому пищеварению, выразившемуся в поддержании оптимального уровня pH рубца на уровне 6,65-6,61 ед., в повышении переваривания структурных углеводов растительных кормов с увеличением образования конечных продуктов метаболита (ЛЖК) на 21,68 и 19,09 % и снижением содержания аммиака на 28,9 и 32,67 %.

Заключение. Установлено, что уровень структурных углеводов в рационе первотёлок влияет на потребление сухого вещества. Так, животные контрольной группы потребляли на 3,5 % меньше сухого вещества от заданного, в то время как при увеличении структурных углеводов в сухом веществе рациона в среднем до 30,7 % НДК и 21,5 % КДК снижение потребления сухого вещества было на уровне 2,3 %, дальнейшее увеличение содержания структурных углеводов в рационе в среднем до 32,6 % НДК и 21,9 % КДК не привело к адекватному увеличению потребления кормов, и потребление рациона по отношению к задаваемому снизилось на 3,38 %.

Оптимальное содержание структурных углеводов в рационе лактирующих коров в ранний период лактации на уровне 30,7-32,6 % НДК и 21,5-21,9 % КДК способствовало более интенсивному рубцовому пищеварению, выразившиеся в поддержании оптимального уровня pH рубца на уровне 6,65-6,61 ед., в повышении переваривания структурных углеводов растительных кормов с увеличением образования конечных продуктов метаболита (ЛЖК) на 21,68 и 19,09 % и снижением содержания аммиака на 28,9 и 32,67 %.

Литература

1. Relationship between the structure and composition of rumen microorganisms and the digestibility of neutral detergent fibre in goats / K. Liu, L. Wang, T. Yan [et al.] // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences (AJAS)*. – 2019. – Vol. 32(1). – P. 82-91. – DOI: 10.5713/ajas.18.0043
2. Polysaccharide utilization by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis / H. J. Flint, E. A. Bayer, M. T. Rincon [et al.] // *Nat. Rev. Microbiol.* – 2008. – Vol. 6. – P. 121-31. – DOI: 10.1038/nrmicro1817.
3. Муратова, Н. С. Влияние кормовых структурных углеводов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров / Н. С. Муратова, В. В. Танифа, В. Л. Лукичев // *Современные наукоёмкие технологии. Региональное приложение*. – 2016. – № 4(48). – С. 121-125.

4. Сизова, Ю. В. Влияние фракционного состава углеводов на молочную продуктивность коров / Ю. В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. – № 9(9). – С. 123-127.
5. Miller-Cushon, E. K. Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management / E. K. Miller-Cushon, T. J. DeVries // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100(5). – P. 4172–4183. – DOI: 10.3168/jds.2016-11983.
6. Кузьмина, Л. Н. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров / Л. Н. Кузьмина, А. П. Карташова // Аграрный вестник Урала. – 2020. – № 7(198). – С. 56-64. – DOI 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64.
7. Филинская, О. В. Практические методы контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров в условиях современного комплекса / О. В. Филинская, С. А. Кеворкян // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. – № 4(44). – С. 30-36.
8. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages / E. Raffrenato, R. Fievisohn, K. W. Cotanch [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100(10). – P. 8119–8131. – DOI: 10.3168/jds.2016-12364.
9. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Москва : Колос, 1976. – 302 с.
10. Викторов, П. И. Методика и организация зоотехнических опытов / П. И. Викторов, В. К. Менькин. – Москва : Агропромиздат, 1991. – 112 с.
11. Нормы кормления крупного рогатого скота / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с. – ISBN 978-985-6895-10-7.
12. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик [и др.]. – Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск : Белорусское сельское хозяйство, 2014. – 108 с.

Поступила 18.04.2025 г.

УДК 636.085.[15+532]

А.А. КУРЕПИН

РАСЩЕПЛЯЕМОСТЬ НЕЙТРАЛЬНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЕЁ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОДЕРЖАНИЯ В СЕНАЖАХ

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

В статье представлены материалы исследований, целью которых стало изучить расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в сенажах в зависимости от её количественного содержания. В процессе изучения состава структурных углеводов в консервированных травянистых кормах установлено, что при их накоплении в сухом веществе зелёной массы на силос и сенаж снижается общее содержание обменной энергии и кормовых единиц, что в свою очередь снижает продуктивное действие корма. При определении закономерности кинетики нейтрально-детергентной клетчатки в злаково-бобовых консервированных кормах в рубце жвачных животных с установлением их распадаемости

установлено, что, как и в злаковом сенаже, расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки имеет сильную обратную взаимосвязь и зависит от общего содержания ее в сухом веществе корма.

Ключевые слова: структурные углеводы, нейтрально-детергентная клетчатка, рубец, сенаж.

A.A. KUREPIN

CLEAVABILITY OF NEUTRAL DETERGENT FIBER DEPENDING ON ITS QUANTITATIVE CONTENT IN HAYLAGE

Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus

This paper contains the materials of research aimed at studying the cleavability of neutral detergent fiber in haylage depending on its quantitative content. In the process of studying the composition of structural carbohydrates in preserved grass fodders, it has been found that when they accumulate in the dry matter of green mass for silage and haylage, the total content of metabolizable energy and feed units decreases, which in turn reduces the productive effect of the fodder. When determining the regularity of kinetics of neutral detergent fiber in legume-grass preserved fodders in the rumen of ruminants with the establishment of their cleavability, it has been found that, as in grass haylage, the cleavability of neutral detergent fiber has a strong inverse relationship and depends on its total content in the dry matter of the fodder.

Key words: structural carbohydrates, neutral detergent fiber, rumen, haylage.

Введение. Основным источником энергии и важным компонентом растительных кормов являются углеводы, которые делятся на структурные (клетчатка) и неструктурные (сахара, крахмал). Структурные углеводы состоят из нейтрально-детергентной клетчатки (НДК), представляющей комплекс целлюлозы, гемицеллюлоз и лигнина и кислотно-детергентной клетчатки (КДК), включающей целлюлозу и лигнин. Клетчатка является необходимым элементом питания для всех сельскохозяйственных животных, прежде всего жвачных. Особенностью жвачных животных является их способность перерабатывать и усваивать большое количество клетчатки грубых кормов, благодаря микроорганизмам рубца и толстого кишечника, преобразуя её в животноводческую продукцию. Оптимальное содержание клетчатки, получаемой с грубыми кормами, в рационах оказывает механическое воздействие на стенки рубца и кишечника, вызывая моторную функцию и перистальтику, удлиняет процесс жвачки, в результате которого выделяется большое количество слюны, которая поддерживает щелочную реакцию, что обеспечивает кислотность рубца на уровне pH 6,5–7,0, что является профилактическим средством ацидоза рубца [1, 2, 3].

Недостаток углеводов приводит к расщеплению жиров тела с образованием повышенного количества ацетоуксусной и бета-оксимасляной кислот, что вызывает заболевание животных кетозом. Малое количество структурных веществ и легкогидролизуемых углеводов в траве служит причиной нарушения обмена веществ у животных. В то же время избыточное количество клетчатки снижает переваримость питательных веществ, что тормозит процесс освобождения рубца от корма [4, 5].

Однако в расщеплении клетчатки в отличие от процесса ферментации других компонентов корма существуют свои особенности, которые обусловлены её структурой, типом кормления животного и характером бактериальной ферментации корма в желудочно-кишечном тракте жвачных [6, 7, 8, 9].

Переваривание клетчатки в рубце жвачных зависит от многих факторов. Важный фактор, отрицательно сказывающийся на переваривании клетчатки, – степень лигнификации растений.

С увеличением уровня сырой клетчатки в рационе происходит снижение переваримости питательных веществ, что снижает энергетическую ценность корма. В то же время жвачные животные в состоянии переваривать большое количество гемицеллюлоз и целлюлозы кормов, а их возможность переваривать сырую клетчатку ограничивается объёмом желудочно-кишечного тракта и содержанием лигнина в рационе. Таким образом, сырая клетчатка даёт лишь приблизительное представление о различиях в степени переваримости кормов [9, 10, 11]. Поэтому оптимальное содержание структурообразующих углеводов в корме – одно из основных условий нормальной работы пищеварительного тракта, а также улучшения переваримости и использования органических веществ рациона жвачными животными [5].

Целью исследований стало изучить расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в сенажах в зависимости от её количественного содержания.

Материал и методика исследований. Для достижения поставленной цели и решения задач данных исследований были проведены лабораторные опыты по определению количественного содержания фракционного состава сырой клетчатки и физиологические опыты по определению расщепляемости *in vivo*. Расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в консервированных травянистых кормах проводили на физиологическом дворе лаборатории кормления и физиологии питания крупного рогатого скота. Корма в нейлоновых мешочках через канюлю помещали в рубец животных на 12-24-48 часов.

Отбор проб кормов проводили по ГОСТ 27262-87. Химический анализ кормов изучали в лаборатории биохимических анализов

РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальную, гигроскопичную и общую влагу (ГОСТ 13496.3-92); общий азот, сырую клетчатку, сырой жир, сырую золу (ГОСТ 13496.4-93; 13496.2-91; 13496.15-97; 26226-95). Нейтрально-детергентную клетчатку (или фракцию, не растворимую в нейтральном детергенте, – НДК) определяли согласно методике Н. В. Курилова [12] и модифицированной методике Van-Soest [13].

Цифровые материалы обработаны методом вариационной статистики на персональном компьютере с использованием пакета статистики Microsoft Excel. Статистическая обработка результатов анализа проведена по методу Стьюдента.

При оценке значения критерия достоверности (td) исходили в зависимости от объёма анализируемого материала. Вероятность различий считается достоверной при $P < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Исходя из поставленной цели исследований в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проводился отбор проб сенажа злакового и злаково-бобового согласно ГОСТ 27262-87.

Из результатов химического анализа и проведении энергетической и кормовой ценности консервированных травянистых злаковых, злаково-бобовых, бобовых и бобово-злаковых трав (рисунок 1) следует, что среднее содержание обменной энергии по выборки находилось на уровне 9,29 МДж, кормовых единиц 0,70.

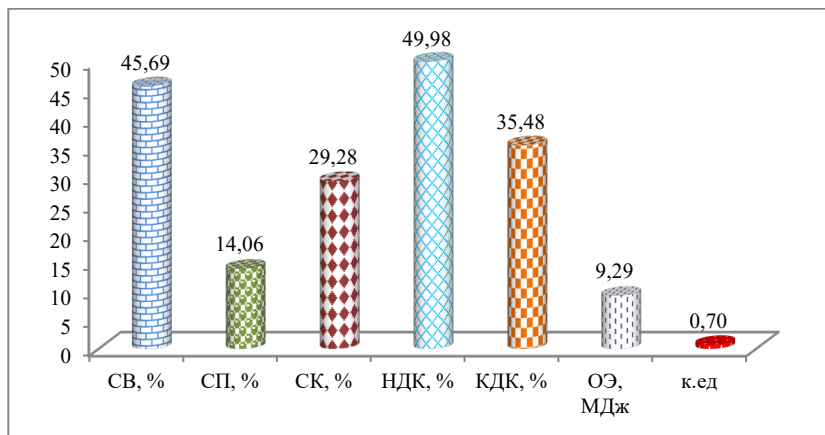


Рисунок 1 – Средняя питательность консервированных травянистых кормов

Содержание сырой клетчатки колебалось от 22,60 до 40,03 %, в среднем её содержание находилось на уровне 29,28 %. Содержание нейтрально-детергентной клетчатки было на уровне 49,98 %, кислотно-детергентной клетчатки – 35,48 %. Уровень сухого вещества находился в пределах 45,69 % с минимальным значением по выборке 32,47 % до максимального значения 58,10 %.

Установлен уровень взаимосвязи энергетической и кормовой ценности с содержанием структурных углеводов в консервированных травянистых злаковых, злаково-бобовых трав. Отмечается, что между энерго-кормовой ценностью и содержанием структурных углеводов наблюдается отрицательная корреляция. Так, между сырой клетчаткой, обменной энергией и кормовыми единицами установлена отрицательная связь $r=0.6$. Отрицательная взаимосвязь в $r=-0,57$ и $r=-0,58$ установлена между НДК, обменной энергией и кормовыми единицами, также установлена умеренно отрицательная связь между КДК, обменной энергией и кормовыми единицами в $r=-0,5$.

Таким образом, установлено, что при накоплении содержания структурных углеводов в сухом веществе зелёной массы на силос и сенаж снижается общее содержание обменной энергии и кормовых единиц, что в свою очередь снижает продуктивное действие корма.

Из полученных данных по химическому составу злакового сенажа следует, что содержание структурных углеводов в среднем находилось на уровне: сырой клетчатки – 30,28 % с вариацией от 25,2 до 38 %, нейтрально-детергентной клетчатки – 51,11 % с вариацией 42,8-64,59 %, кислотно-детергентной клетчатки – 35,36 % с вариацией 30,46-47,84 %. Данный размах по содержанию структурных углеводов объясняется различным ботаническим составом и фазой вегетации при заготовке.

Энергетическая и кормовая ценность находилась на уровне 9,15 МДж (8,42-10,4 МДж) и 0,68 к. ед. (0,57-0,88 к. ед.).

В ходе проведения физиологических опытов по исследованию расщепляемости НДК в злаковом сенаже во временном интервале (рисунок 2) установлено, что за 12 часов уровень расщепления НДК находился в пределах 32,12-46,36 % при среднем значении по выборке (%) $39,7 \pm 0,67$.

При определении расщепляемости НДК в рубце животных за 12 часов установлено, что уровень структурных углеводов в сенаже злаковом влияет на их расщепляемость в рубце животных и имеет обратную коррелируемую взаимосвязь $r=-0,92$.

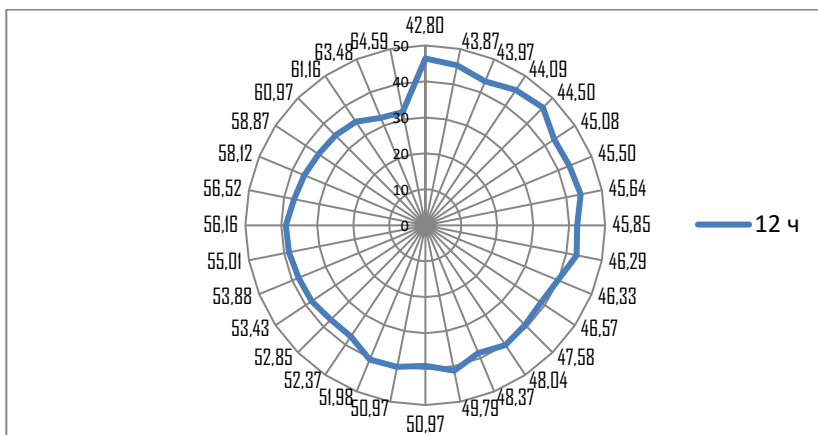


Рисунок 2 – Расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в злаковом сенаже во временном интервале за 12 часов

Через 24 (рисунок 3) и 48 часов (рисунок 4) расщепляемость НДК в сенаже злаковом находилась в пределах 39,12-57,64 % при среднем значении по выборке $49,87 \% \pm 0,91$, через 48 часов минимальное значение расщепляемости НДК в злаковом сенаже составило 45,33 %, а максимальное значение 63,11 % при среднем значении по выборке $55,65 \% \pm 0,91$.

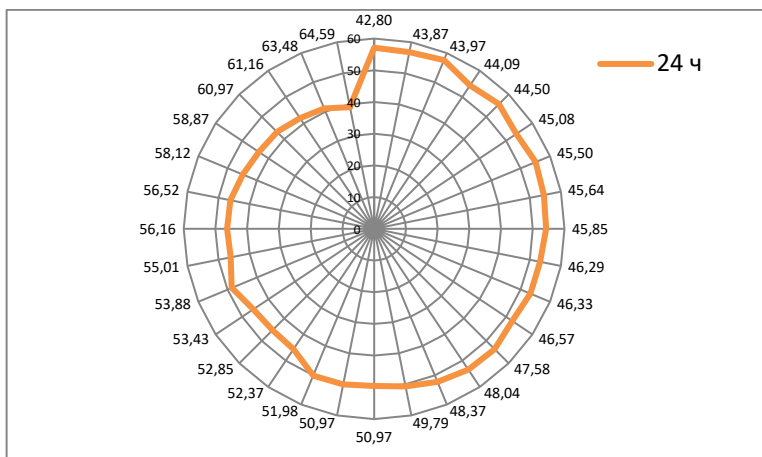


Рисунок 3 – Расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в злаковом сенаже во временном интервале за 24

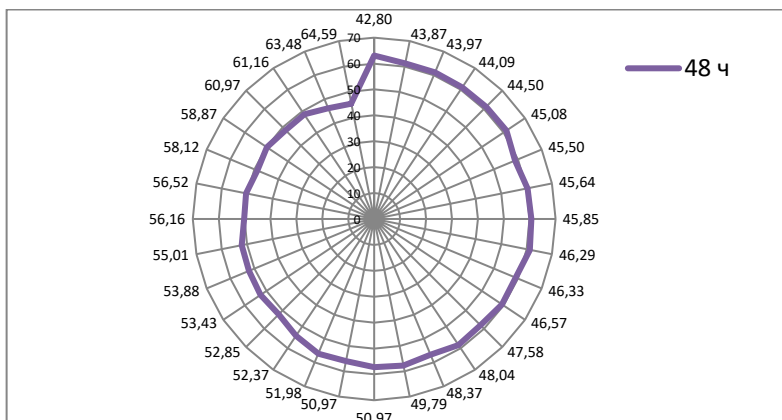


Рисунок 4 – Расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в злаковом сенаже во временном интервале за 48 часов

Установлено, что уровень структурных углеводов в сенаже злаковом влияет на их расщепляемость в рубце животных. Так, расщепляемости НДК в рубце животных за 24 и 48 часов имеет обратную коррелируемую взаимосвязь $r = -0,97$.

В ходе проведения физиологических опытов по исследованию расщепляемости НДК в злаково-бобовом сенаже во временном интервале (рисунок 5) установлено, что за 12 часов уровень расщепления НДК находился в пределах 37,8-48,12 % при среднем значении по выборке (%) $41,7 \pm 0,55$.

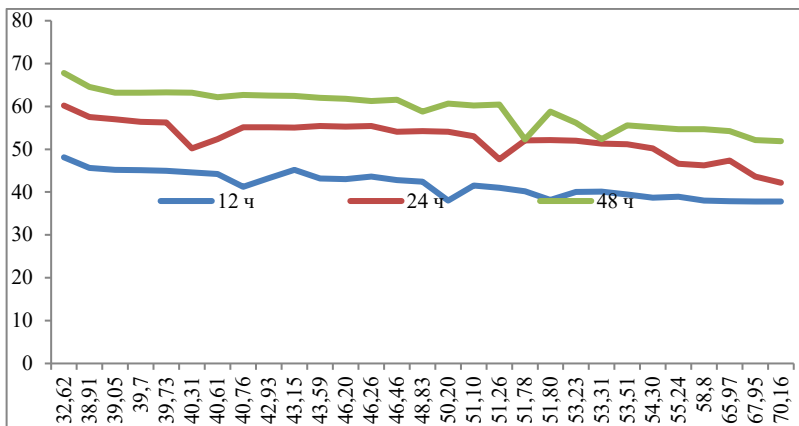


Рисунок 5 – Расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки в злаково-бобовом сенаже во временном интервале за 12-24-48 часов

Через 24 и 48 часов расщепляемость НДК в сенаже злаково-бобовом находилась в пределах 42,18-60,2 % при среднем значении по выборке 52,4 % $\pm 0,79$, через 48 часов минимальное значение расщепляемости НДК в злаковом сенаже составило 51,88 %, а максимальное значение 67,8 % при среднем значении по выборке – 59,3 % $\pm 0,81$.

При определении закономерности кинетики нейтрально-детергентной клетчатки в злаково-бобовых консервированных кормах в рубце жвачных животных с установлением их распадаемости установлено, что, как и в злаковом сенаже, расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки имеет сильную обратную взаимосвязь и зависит от общего содержания её в сухом веществе корма. Так, за 12 и 24 часов коэффициент корреляции составил $r = -0,89$; за 48 часов - $r = -0,9$.

Исходя из анализа полученных данных, также можно сделать вывод, что процесс расщепления НДК в сенаже из злаково-бобовых трав проходил более интенсивнее по сравнению с сенажом из злаковых трав, что может быть связано с ботаническим составом трав, скорее всего включение бобового компонента в травостое повлияло и на степень расщепления структурных углеводов.

Заключение. Установлено, что при накоплении содержания структурных углеводов в сухом веществе зелёной массы на силос и сенаж снижается общее содержание обменной энергии и кормовых единиц, что в свою очередь снижает продуктивное действие корма.

За 12 часов уровень расщепления НДК находился в пределах 32,12-46,36 % при среднем значении по выборке (%) 39,7 $\pm$ 0,67. Через 24 и 48 часов расщепляемость НДК в сенаже злаковом находилась в пределах 39,12-57,64 % при среднем значении по выборке 49,87 % $\pm 0,91$, через 48 часов минимальное значение расщепляемости НДК в злаковом сенаже составило 45,33 %, а максимальное значение – 63,11 % при среднем значении по выборке 55,65 % $\pm 0,91$.

Установлено, что за 12 часов уровень расщепления НДК в злаково-бобовом сенаже находился в пределах 37,8-48,12 % при среднем значении по выборке (%) 41,7 $\pm$ 0,55.

Через 24 и 48 часов расщепляемость НДК в сенаже злаково-бобовом находилась в пределах 42,18-60,2 % при среднем значении по выборке 52,4 % $\pm 0,79$, через 48 часов минимальное значение расщепляемости НДК в злаковом сенаже составило 51,88 %, а максимальное значение – 67,8 % при среднем значении по выборке 59,3 % $\pm 0,81$.

Установлено, что уровень структурных углеводов в сенаже злаковом влияет на их расщепляемость в рубце животных. Так, расщепляемость НДК в рубце животных за 12 часов имеет обратную коррелируемую взаимосвязь с общим содержанием НДК ($r = -0,92$), за 24 и 48 часа $r = -0,97$.

При определении закономерности кинетики нейтрально-детергентной клетчатки в злаково-бобовых консервированных кормах в рубце жвачных животных с установлением их распадаемости установлено, что, как и в злаковом сенаже, расщепляемость нейтрально-детергентной клетчатки имеет сильную обратную взаимосвязь и зависит от общего содержания её в сухом веществе корма. Так, за 12 и 24 часа коэффициент корреляции составил $r = -0,89$, за 48 часов - $r = -0,9$.

Литература

1. Сбалансированное кормление высокопродуктивных коров : справочное руководство / Л. А. Заболотнов, С. Г. Кузнецов, В. Т. Винокурова [и др.]. – Боровск, 2013. – Москва : ЗАО «Новые печатные технологии». – 246 с. – ISBN: 978-5-905742-35-4.
2. Муратова, Н. С. Влияние структурных углеводов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров / Н. С. Муратова, В. В. Танифа, В. Л. Лукичев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. - № 4(48). – С. 121-125.
3. Богатырёва, Е. В. Содержание структурных углеводов в заготовленных кормах Вологодской области / Е. В. Богатырева, П. А. Фоменко, Е. А. Мазилов // Молочнохозяйственный вестник. – 2022. - № 3(47). – С. 39-54. – DOI: 10.52231/2225-4269_2021_3_39.
4. Хотмирова, О. В. Рубцовое пищеварение у высокопродуктивных молочных коров в начале лактации при разном уровне фракций клетчатки в рационе : автореф. дисс. ... канд. биол. наук / О. В. Хотмирова. – Боровск, 2009. – 19 с.
5. Саханчук, А. И. Влияние фракционного состава клетчатки на переваримость кормов коровами в период сухостоя / А. И. Саханчук, А. А. Курепин // Животноводство и ветеринарная медицина. – 2012. - № 3. – С. 5-9.
6. Муратова, Н. С. Влияние структурных углеводов на молочную продуктивность и воспроизводительные качества коров / Н. С. Муратова, В. В. Танифа, В. Л. Лукичев // Современные наукоемкие технологии. Региональное приложение. – 2016. - № 4 (48). – С. 121–125.
7. Сизова, Ю. В. Влияние фракционного состава углеводов на молочную продуктивность коров / Ю. В. Сизова // Инновационная наука. – 2015. - № 9. – С. 123–126.
8. Miller-Cushon, E. K. Feed sorting in dairy cattle: Causes, consequences, and management / E. K. Miller-Cushon, T. J. DeVries // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100(5). – P. 4172–4183. – DOI: 10.3168/jds.2016-11983.
9. Кузьмина, Л. Н. Качество клетчатки и эффективность ее использования в рационах голштин-холмогорских коров / Л. Н. Кузьмина, А. П. Карташова // Аграрный вестник Урала. – 2020. - № 7(198). – С. 56-64. – DOI: 10.32417/1997-4868-2020-198-7-56-64
10. Филинская, О. В. Практические методы контроля полноценности кормления высокопродуктивных коров в условиях современного комплекса / О. В. Филинская, С. Ю. А. Кеворкян // Вестник АПК Верхневолжья. – 2018. - № 4 (44). – С. 30–36.
11. Effect of lignin linkages with other plant cell wall components on in vitro and in vivo neutral detergent fiber digestibility and rate of digestion of grass forages / E. Raffrenato, R. Fievisohn, K. W. Cotanch [et al.] // Journal of Dairy Science. – 2017. – Vol. 100(10). – P. 8119–8131. – DOI: 10.3168/jds.2016-12364.
12. Изучение пищеварения у жвачных: методические указания / Н. В. Курилов [и др.]; Всерос. науч.-исслед. ин-т физиологии и биохимии питания с.-х. животных. – Боровск, 1987. – 96 с.
13. Van Soest, P. J. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. 4 Determination of plant cell-wall constituents / P. J. Van Soest, R. H. Wine // J. Assoc. Anal. Chem. – 1968. – Vol. 50(1). – P. 50–55. – DOI:10.1093/jaoac/50.1.50.

Поступила 18.04.2025 г.

А.А. КУРЕПИН, А.П. ШУГОЛЕЕВА, Е.П. ХОДАРЁНОК,
А.С. ВАНСОВИЧ, Д.В. ШИБКО

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СКАРМЛИВАНИЯ СИЛОСА ИЗ СОРГО САХАРНОГО В СОСТАВЕ РАЦИОНА ЛАКТИРУЮЩИХ КОРОВ

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

Сорго сахарное – незаменимая культура при решении проблемы дефицита кормов в середине лета и осенью, характеризуется высокой и стабильной урожайностью, обладает хорошими кормовыми достоинствами, технологичностью заготовки и хранения, поэтому изучение использования силоса из сорго сахарного в рационах крупного рогатого скота является актуальным. В статье представлены материалы исследований, целью которых являлось изучение молочной продуктивности лактирующих коров при скармливании им в составе рациона силоса из сорго сахарного. Установлено, что использование в кормлении животных силоса из данной культуры способствовало повышению среднесуточного фактического удоя на 2,0 %, а при пересчёте на молоко базисной жирности продуктивность была выше на 3,6% и составила 19,45 кг молока на голову в сутки в сравнении с группой животных, получавших в составе рациона кукурузный силос.

Ключевые слова: силос из сорго сахарного, питательность, молочная продуктивность, лактирующие коровы.

A.A. KUREPIN, A.P. SHUGOLEEVA, E.P. KHODARENOK,
A.S. VANSOVICH, D.V. SHIBKO

EFFICIENCY OF FEEDING SUGAR SORGHUM SILAGE AS PART OF THE DIET OF LACTATING COWS

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Sugar sorghum is an indispensable crop in solving the problem of fodder shortage in mid-summer and autumn, it is characterized by high and stable yield, good feeding qualities, technological efficiency of conservation and storage, therefore, the study of the use of sugar sorghum silage in cattle diets is relevant. This paper contains the materials of research aimed at studying the milk productivity of lactating cows fed with sugar sorghum silage as part of the diet. It was found that the inclusion of sugar sorghum silage in the diet of animals contributed to an increase in the average daily milk yield by 2.0%, and when converted to milk with basic fat content, productivity

was higher by 3.6% and amounted to 19.45 kg of milk per animal per day compared to the group of animals fed with corn silage as part of their diet.

Key words: sugar sorghum silage, nutritional value, milk productivity, lactating cows.

Введение. Животноводство Беларуси является ведущей отраслью сельскохозяйственного производства, которая производит свыше 80 % общей товарной продукции. Основной задачей на ближайшие годы в сельском хозяйстве республики является увеличение объёмов производства и реализация животноводческой продукции, повышение продуктивности всех видов скота за счёт создания прочной кормовой базы, наращивание объёмов производства и заготовки высококачественных кормов [1].

Силос в рационах животных занимает по питательности до 50 % и более от всех объёмистых кормов. Основной силосной культурой в республике является кукуруза, однако в полной мере проявить свои преимущества кукуруза может только в благоприятных условиях – при достаточном увлажнении и хорошей обеспеченности элементами питания.

В последние несколько десятилетий в Беларуси наблюдается повышение среднегодовой температуры, которое проявляется в продолжительных засухах и экстремально жарких днях, уменьшении осадков в течение вегетационного периода. Это затрудняет получение хороших и стабильных урожаев травянистых кормов. В таких сложных условиях сорго сахарное является хорошим дополнением к менее засухоустойчивым культурам. Сорго сахарное – незаменимая культура при решении проблемы дефицита кормов в середине лета и осенью, когда из-за недостатка влаги рост традиционных многолетних культур приостанавливается [2]. По биологическим особенностям и хозяйственному использованию сорго сахарное сходно с кукурузой и может возделываться во всех регионах, высевающих её. Эта культура характеризуется высокой и стабильной урожайностью, обладает хорошими кормовыми достоинствами, технологичностью заготовки и хранения. Хорошие результаты дают и совместные посевы сорго сахарного и кукурузы на силос. Эти культуры отчасти взаимозаменяемы, поэтому изучение использования силоса из сорго сахарного в рационах крупного рогатого скота является актуальным [3, 4, 5].

Целью исследований являлось изучение молочной продуктивности лактирующих коров при скормливании им в составе рациона силоса из сорго сахарного.

Материал и методика исследований. Для изучения влияния скормливания консервированных кормов на продуктивность лактирующих коров проведён научно-хозяйственный опыт по схеме, представленной в таблице 1.

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственного опыта

Группа	Кол-во животных в группе, гол.	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
Контрольная	10	90	Основной рацион (ОР) + силос из кукурузы
Опытная	10		Основной рацион (ОР) + силос на основе сорго сахарного

Для его проведения были отобраны по принципу пар-аналогов две группы коров (по 10 голов в каждой) белорусской чёрно-пёстрой породы живой массой в среднем 600 кг второй фазы лактации (101-200 дней) с удоем 6-7 тыс. кг молока.

Условия содержания для коров обеих групп были одинаковые. Продолжительность опытного периода составила 90 дней, из них 30 дней предварительного периода и 60 дней учётного. На основании данных химического анализа заготовленных кормов, а также детализированных норм [6] были составлены рационы для лактирующих коров. Различия в кормлении состояли в том, что животные опытной группы на фоне хозяйственного рациона потребляли силос на основе сорго сахарного, а животным контрольной группы скармливали кукурузный силос. Коровы размещались в типовом коровнике с привязным содержанием. Кормление и доение проводили трёхкратно согласно принятому в хозяйстве распорядку дня.

На фоне научно-хозяйственных исследований для определения переваримости питательных веществ рационов проведён физиологический опыт на лактирующих коровах, при этом из каждой группы отбирали методом пар-аналогов по 3 головы со средними по группе показателями продуктивности и живой массы. Ежесуточно от каждого животного отбирали остатки корма и кала и по окончании опыта средние пробы были сданы на химический анализ.

Организация и проведение опытов выполнялось согласно общепринятой методике А.И. Овсянникова [7].

Общий зоотехнический анализ кормов проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам. Отбор проб проведён по ГОСТу 27262-87.

В ходе опытов были проведены следующие исследования и контрольные измерения:

- химический анализ кормов и продуктов обмена проведён по схеме зоотехнического анализа: определение массовой доли влаги –

ГОСТ 27548-97 п. 7; массовая доля азота (сырого протеина) – ГОСТ 13496.4-2019 п. 3 с применением автоматического анализатора UDK 159 (VELP, Италия); массовая доля сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91 с применением полуавтоматического анализатора FIWE-6; массовая доля сырого жира – ГОСТ 13496.15-2016 п. 19; массовая доля золы – ГОСТ 26226-95; определение активной кислотности pH – ГОСТ 26180-84 п. 3; сухое и органическое вещество, органические кислоты (молочная, уксусная, масляная), БЭВ [8, 9]; определение обменной энергии и кормовых единиц СТБ 1223-2000 п. 6.12, ГОСТ 23637-90 приложение 2, СТБ 2015-2009 п. 6.14;

- коэффициенты переваримости и использование питательных веществ кормов – путём постановки балансовых опытов;

- питательность кормов рассчитана на основании химического состава и фактических коэффициентов переваримости питательных веществ;

- поедаемость кормов – путём контрольных взвешиваний заданных кормов и их остатков перед утренней раздачей один раз в десять дней;

- гематологические показатели – путём взятия крови из яремной вены через 2,5-4 часа после утреннего кормления у 5 животных из каждой группы в начале и конце учетного периода. Морфо-биохимические показатели крови были определены на приборах Accent 200 и URIT-3000 Vet Plus.

- учёт молочной продуктивности – путём проведения контрольных доений один раз в 10 дней и определения качества молока раз в месяц. Химический состав молока был определен на приборе «Милкоскан 605»;

- определение лактозы – на анализаторе молока ультразвуковым «Экомилк Стандарт».

Данные, полученные в ходе проведения физиологических и научно-хозяйственных опытов, обработаны методом вариационной статистики [10].

На основании продуктивности, стоимости израсходованных кормов произвели расчёт экономической эффективности скормливания консервированного корма из сорго сахарного в составе рационов лактирующих коров.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате биохимического анализа заготовленных кормов установлено, что величина pH находилась на уровне 4,10-3,95. Содержание молочной кислоты в сумме органических кислот составило 73,27-79,42 %, уксусной – 20,58-26,73 %, а масляная кислота отсутствовала в обоих вариантах.

Анализируя химический состав консервированного корма из сорго сахарного, можно отметить, что содержание в нём сухого вещества

составило 27,5 %, а в килограмме сухого вещества содержалось 9,88 % сырого протеина, 3,09 % сырого жира, 25,7 % сырой клетчатки, 6,0 % сырой золы, обменной энергии 9,61 МДж и 0,94 кормовых единиц.

В результате исследований установлено, что сохранность питательных веществ силоса из сорго сахарного составила: сухого вещества – 96 %, сырого протеина – 94,15 % и обменной энергии – 95,50 %.

Рацион контрольной группы состоял: из сенажа клеверотимофеечного – 13,7 кг, сена из многолетних трав – 0,5 кг, силоса кукурузного – 18,3 кг, пивной дробины свежей – 4 кг, жмыха рапсового – 1 кг и комбикорма 5 кг. Опытной группе вместо кукурузного силоса скармливали силос из сорго сахарного – 20 кг, сенаж клеверотимофеечный – 13,6 кг, сено из многолетних трав – 0,5 кг, пивную дробину свежую – 4 кг, жмых рапсовый – 1 кг и комбикорм 5 кг.

За период проведения научно-хозяйственного опыта фактическое потребление кормов животными обеих групп было на сравнительно высоком уровне, рационы были практически равноценны по энергетической питательности (184,1-185,7 МДж ОЭ) и структуре. Содержание сырого протеина на 1 кг сухого вещества рациона составило 133,61 г в контрольной группе, в опытной группе – 136,01 г. Содержание обменной энергии в 1 кг сухого вещества в опытной группе составило 10,2 МДж, количество переваримого протеина на 1 кормовую единицу – 100,9 г. В контрольном рационе данные показатели находились на уровне 10,25 МДж и 98,6 г соответственно. Дефицит минеральных элементов в рационах восполняли поваренной солью, монокальций-фосфатом, а также смесью солей микроэлементов. Среднесуточное потребление кормов удовлетворяло потребность подопытных животных в необходимом количестве энергии, переваримом протеине, жире, клетчатки, минеральных веществах, витаминах. Рационы для коров обеих групп были практически одинаковыми по содержанию кормовых единиц, сухого вещества и концентрации в нем протеина, клетчатки, крахмала. В структуре рационов лактирующих коров в контрольной группе наибольший удельный вес по питательности составляли: сочные и грубые корма – 64,4 и 35,6 % приходилось на долю концентрированных кормов, а в опытной группе – 64,1 и 35,9 % соответственно.

В результате проведения балансового опыта по изучению переваримости и использования коровами питательных веществ рационов установлено, что переваримость питательных веществ рациона контрольной и опытной групп оказалась практически на одном уровне. Сырой протеин переваривался у коров опытной группы на 58,6 % или выше контрольного значения на 0,7 п. п. Животные опытной группы лучше переваривали сырой жир – на 1,2 п. п. (68,4 %) и БЭВ – на 0,2 п. п. (73,3 %) по сравнению с контрольной группой.

В научно-хозяйственном опыте за опытный период среднесуточный удой натурального молока на корову, в контрольной группе при скармливании кукурузного силоса составил 17,60 кг, в опытной группе – 17,95 кг (таблица 2).

Таблица 2 – Молочная продуктивность коров за период опыта

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
Среднесуточный фактический удой, кг	17,60±0,14	17,95±0,11
Среднесуточный удой с 3,6% жирностью, кг	18,77±0,23	19,45±0,17
Содержится жира, %	3,84±0,01	3,90±0,01
Содержится белка, %	3,07±0,02	3,11±0,02
Содержится лактозы, %	4,52±0,01	4,54±0,01

Исследования, проведённые на лактирующих коровах, показали, что включение в состав рационов силоса из сорго сахарного способствовало повышению среднесуточного фактического удоя на 2 %, а при пересчёте на молоко базисной жирности продуктивность была выше на 3,6 %. На основании полученных данных можно отметить, что скармливание силоса из сорго сахарного в составе рационов коров позволило улучшить химический состав молока, повысить в нём содержание жира, белка.

Кровь играет важную роль в обмене веществ и отражает интенсивность окислительно-восстановительных процессов в организме животных. Данные свидетельствуют о том, что все биохимические показатели крови у подопытных животных находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов у животных контрольной и опытной групп.

Экономическую эффективность определяли по данным общего расхода кормов и надоенного молока исходя из сложившихся внутрихозяйственных цен (таблица 3).

Таблица 3 – Эффективность использования кормов в составе рациона для лактирующих коров

Показатель	Группа	
	контрольная	опытная
<i>l</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Затраты кормов на 1 кг молока, к. ед.	0,88	0,84
Расход кормов за опыт на 1 голову, ц к. ед.	9,94	9,86
Общая стоимость израсходованных кормов на 1 голову, руб.	321,55	305,44
Себестоимость 1 к. ед., руб.	0,32	0,31
Стоимость среднесуточного рациона, руб.	5,36	5,09

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Стоимость кормов, затраченных на 1 кг молока, руб.	0,29	0,26
Среднесуточный удой молока базисной жирности, кг	18,77	19,45
Получено валового надоя молока за опыт, кг	1126,20	1167,00
Стоимость 1 кг молока, руб.	0,79	0,79
Удельный вес кормов в структуре себестоимости, %	59,70	59,70
Общие затраты на производство валового надоя, руб.	538,61	511,62
Себестоимость 1 кг молока, руб.	0,48	0,44
Снижение себестоимости 1 кг молока по отношению к I группе, руб.	-	0,04
Снижение себестоимости 1 кг молока по отношению к I группе, %.	-	8,33
Получено дополнительной прибыли на голову за период опыта за счёт снижения себестоимости молока, руб.	-	46,51

Таким образом, результаты исследований показали, что использование в рационах лактирующих коров консервированного корма из сорго сахарного позволяет повысить среднесуточный удой молока базисной жирности на 3,6 %, снизить стоимость рациона на 5,0 % и получить выручку 0,81 руб. на одну голову в сутки. Себестоимость 1 кг молока у животных опытной группы за период опыта составила 0,44 руб., что ниже на 8,3 % по отношению к контрольной группе. Дополнительная прибыль за счет снижения себестоимости молока на голову за период опыта составила 46,51 руб.

Заключение. Анализируя химический состав консервированного корма из сорго сахарного, можно отметить, что содержание в нём сухого вещества составило 27,5 %, а в килограмме сухого вещества содержалось 9,88 % сырого протеина, 3,09% сырого жира, 25,7% сырой клетчатки, 6,0% сырой золы, обменной энергии 9,61 МДж и 0,94 кормовых единиц.

Скармливание силоса из сорго сахарного в составе рациона лактирующих коров способствовало повышению среднесуточного фактического удоя на 2,0 %, а при пересчёте на молоко базисной жирности продуктивность была выше на 3,6 % и составила 19,45 кг молока на голову в сутки в сравнении с группой животных, получавших в составе рациона кукурузный силос. Выручка за счёт снижения стоимости среднесуточного рациона на 0,27 руб. и повышения молочной продуктивности на 0,68 кг составила 0,81 руб. на 1 голову в сутки. Дополнительная прибыль за счёт снижения себестоимости молока на голову за период опыта составила 46,51 руб.

Литература

1. Радчиков, В. Ф. Переваримость питательных веществ при включении в рацион плющеного консервированного ячменя / В. Ф. Радчиков, А. И. Козинец, А. А. Зеленевский // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2005ю – Т. 40. – С. 242-246..
2. Зиновенко, А. Л. Продуктивность высокоурожайных кормовых культур и их смесей / А. Л. Зиновенко // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 1. – С. 250-258.
3. Трухачёв, В. И. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании силоса из сорго сахарного в смеси с высокобелковыми кормовыми культурами / В. И. Трухачёв, Р. И. Кудашев, Е. А. Половец // Достижения науки и техники АПК. – 2010. - № 11. – С. 68-69.
4. Кадыров, С. В. Особенности возделывания и использования сорго на корм в условиях ЦЧР / С. В. Кадыров // Вестник Воронежского государственного аграрного университета. – 2012. - № 1. – С. 49-53.
5. Современные технологии производства растениеводческой продукции в Беларуси : сб. науч. материалов / М. А. Кадыров и [и др.] ; под общ. ред. М.А. Кадырова. – Минск : ИВЦ Минфина, 2005. – С. 158-178.
6. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с. – ISBN 978-985-6895-10-7.
7. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Москва : Колос, 1976. – 303 с.
8. Мальчевская, Е. Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленская. – Минск : Урожай, 1981. – 143 с.
9. Петухова, Е. А. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессабарова, Л. Д. Холенева. – Москва : Агропромиздат, 1989. – 239 с.
10. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е испр. – Минск : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.

Поступила 17.03.2025 г.

УДК 636.2.084.41:661.155.2

А.В. МАРКЕВИЧ, М.М. КАРПЕНЯ

КАЧЕСТВО МОЛОЗИВА И МОЛОЧНАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ КОРОВ ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В СОСТАВ РАЦИОНА В ТРАНЗИТНЫЙ ПЕРИОД КОНЦЕНТРАТА КОРМОВОГО ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО «ЭНЕРГОПАК»

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

В статье представлены результаты исследований по эффективности применения концентрата кормового энергетического «Энергопак» в рационах лактирующих коров в транзитный период. Установлено, что его использование в количестве 300 г на голову в сутки способствует повышению качества молозива и молочной продуктивности коров, выразившееся в увеличении в молозиве сухого вещества на 0,50-5,83 процентных пункта, массовой доли белка – на 0,11-

5,20, массовой доли жира – на 0,4-1,0, массовой доли лактозы – на 0,13-0,30 п.п., иммуноглобулинов – на 2,52-18,74 г/л, среднесуточного удоя на 6-й и 20-й дни лактации соответственно – на 6,3 и 7,9 %.

Ключевые слова: коровы, транзитный период, концентрат кормовой энергетический, молозиво, иммуноглобулины, жир, белок, плотность, удой.

A.V. MARKEVICH, M.M. KARPENIA

QUALITY OF COLOSTRUM AND MILK PRODUCTIVITY OF COWS WITH ENERGY FEED CONCENTRATE “ENERGOPAK” INCLUDED IN THE DIET DURING THE TRANSITION PERIOD

The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus

The paper contains the results of research on the effectiveness of using the energy feed concentrate “EnerGOPak” in the diets of lactating cows during the transition period. It has been established that its use in the amount of 300 g per head per day contributes to improved quality of colostrum and milk productivity of cows, expressed in an increase in dry matter in colostrum by 0.50-5.83 percentage points, protein mass fraction – by 0.11-5.20, fat mass fraction – by 0.4-1.0, lactose mass fraction – by 0.13-0.30 p.p., immunoglobulins – by 2.52-18.74 g/l, average daily milk yield on the 6th and 20th days of lactation – by 6.3 and 7.9%, respectively.

Keywords: cows, transition period, energy feed concentrate, colostrum, immunoglobulins, fat, protein, density, milk yield.

Введение. Одним из основных факторов, обеспечивающих высокую продуктивность сельскохозяйственных животных, является их полноценное кормление. Особенно важно обеспечение полноценного кормления коров в транзитный период. Животные в этот период подвергается физиологическому стрессу, вызванному гормональными и метаболическими изменениями в организме, связанными с отёлом и дальнейшим началом лактации. Несоблюдение условий кормления и содержания животного в этот период влечёт за собой целый шлейф проблем. Осложнения могут быть как гинекологического характера, так и метаболического, что приводит к снижению продуктивности, а иногда и к выбраковке животного. Недостаточное кормление стельных коров на поздних сроках беременности, несбалансированность рационов по сырому протеину, обменной энергии и другим питательным веществам ведёт к рождению ослабленного молодняка, получению молозива низкого качества и, как следствие, низкой молочной продуктивности в период раздоя [1, 2].

Перед отёлом и сразу после него у коров ухудшается аппетит. Корове требуется значительно больше энергетических затрат, чем может

быть получено из рациона даже в случае его максимальной сбалансированности по питательным и биологически активным веществам. Установлено, что коровы с высокими генетическими качествами мобилизуют больше резервов организма для производства молока, чем коровы с более низкими генетическими качествами [3, 4]. Сбалансированность рационов по энергетической потребности коров решается, как правило, включением в него кормов с легкодоступными углеводами или органических средств, таких как пропиленгликоль, глицерин и др. [5, 6]. Применение в рационах высокоудойных коров пропиленгликоля даёт, как правило, положительный результат. Глицерин, попадая в рубец, частично подвергается сбраживанию с образованием пропионовой кислоты, используемой микроорганизмами рубца, а оставшаяся часть всасывается из кишечника в организм, где участвует в синтезе глюкозы [7, 8]. Особый интерес в настоящее время для использования в животноводстве представляют комплексные энергетические препараты для применения в рационах коров с целью ликвидации энергетического дефицита, поэтому нами разработан кормовой энергетический концентрат «Энергопак» комплексного действия.

Цель исследований – определить качество молозива и молочную продуктивность коров при включении в состав рациона в транзитный период концентрата кормового энергетического «Энергопак».

Материал и методика исследований. Исследования выполнялись в 2024 году в производственных условиях СПУ «Протасовщина» УП «Гродноблгас» Щучинского района Гродненской области. Сформировали 4 группы коров транзитного периода (20 дней до и 20 дней после отёла): одна контрольная и три опытных по 10 голов в каждой с учетом генотипа, живой массы и продуктивности (таблица 1). Подготовительный период перед учётным длился 15 дней.

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных в группе (n)	Продолжительность опыта, дней	Особенности кормления
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>
I контрольная	10	40	Основной рацион (ОР): сенаж злаковый, силос кукурузный, солома, плющенная кукуруза, комбикорм КК - 61С
II опытная	10		ОР + 150 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки

1	2	3	4
III опытная	10	40	ОР + 225 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки
IV опытная	10		ОР + 300 г концентрата кормового энергетического «Энергопак» на голову в сутки

Физико-химический состав концентрата кормового энергетического «Энергопак» приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Физико-химический состав концентрата кормового энергетического «Энергопак»

Наименование показателя	Характеристика и значение показателя
Внешний вид, консистенция	однородная жидкость, допускается незначительный осадок
Цвет	различные оттенки коричневого цвета
Запах	без затхлого, плесневелого, гнилостного и других посторонних запахов
Содержание глицерина, мг/кг	522000-784000
Содержание пропиленгликоля, мг/кг	96000-144000
Содержание витамина В3 (никотиамида), мг/кг	2080-3860
Содержание таурина, мг/кг	63-117
Содержание L-карнитина, мг/кг	630-1170
Содержание растворимых углеводов, %	5,8-1,6

Концентрат кормовой энергетический «Энергопак» разработан в частном производственном унитарном предприятии «СВС Компани» совместно со специалистами частного научно-исследовательского унитарного предприятия «Алникор» (г. Гродно) и производится в соответствии с техническими условиями ТУ ВУ 59151140.010-2023. Он представляет собой однородную жидкость.

При проведении опыта изучали питательность и химический состав кормов в лаборатории холдинговой компании «Алникор» по общепринятым методикам: влажности – высушиванием навески в электросушильном шкафу (ГОСТ 27548-97); общего азота – по Кьельдалю (ГОСТ 1346.4-93); сырого протеина – расчётным методом; сырого жира – по Сокслету (ГОСТ 13496.15-85); сырой клетчатки – по Геннебергу и Штоману (ГОСТ 13496.2-94); сырой золы – сжиганием навески в муфельной

печи (ГОСТ 26226-95); органического вещества – расчётным путём; остальные показатели питательности и химического состава на ИК-анализаторе Spektra Star SR-XTR.

Химический состав молозива и молока подопытных коров определяли в молочной лаборатории РУСП «Гродненское племпредприятие» согласно требованиям СТБ 1598-2006 «Молоко коровье сырое. Технические условия». Молочную продуктивность лактирующих коров определяли путем контроля при помощи программного обеспечения молочного оборудования DairyPlan.

Цифровой материал, полученный в научно-хозяйственном опыте, обработан методом биометрической статистики.

Результаты исследований и их обсуждение. Применение в рационах лактирующих коров в транзитный период концентрата кормового энергетического «Энергопак» позволило улучшить химический состав молозива. В молозиве коров IV опытной группы, полученном сразу после доения, отмечается превосходство над животными I контрольной группы по сухому веществу на 5,83 п. п. ($P<0,001$), массовой доле белка – на 5,2 ($P<0,001$), массовой доле жира – на 0,75 ($P<0,001$), массовой доле лактозы – на 0,26 п. п. ($P<0,05$) и уровню иммуноглобулинов – на 18,8 г/л или на 28,0 % ($P<0,001$) (таблица 3). Плотность молозива IV группы также была выше остальных групп на 6,0 кг/м³ или на 0,6 % ($P<0,001$). У животных II и III опытных групп достоверная разница отмечена по содержанию в молозиве сухого вещества и массовой доле белка.

Таблица 3 – Химический состав молозива подопытных коров (n=10)

Группа	Массовая доля сухого вещества, %	Массовая доля белка, %	Содержание иммуноглобулинов (Ig), г/л	Массовая доля жира, %	Массовая доля лактозы, %	Плотность, кг/м ³
1	2	3	4	5	6	7
Сразу после отела (первое доение)						
I контрольная	21,23±0,31	11,75±0,65	66,06±0,43	4,84±0,07	2,77±0,08	1053±0,45
II опытная	24,97±1,79*	14,48±0,21***	66,64±0,35	5,39±0,03***	2,81±0,03	1053±0,37
III опытная	24,73±1,00***	15,49±0,49***	66,64±0,41	5,59±0,06***	3,03±0,05**	1053±0,70
IV опытная	27,06±0,42***	16,95±0,60***	84,86±2,60***	5,51±0,04***	2,97±0,01*	1059±0,37***
Через 12 часов после отела						
I контрольная	17,42±0,12	6,77±0,07	10,22±0,36	4,29±0,04	3,20±0,02	1034±0,31

1	2	3	4	5	6	7
II опытная	17,63±0,26	8,37±0,20 ***	11,38±0,33	4,64±0,06 ***	3,29±0,02*	1036±0,44 ***
III опытная	17,85±0,28	9,02±0,20 ***	11,40±0,14 **	5,19±0,07 ***	3,28±0,03*	1036±0,68 **
IV опытная	18,13±0,20 **	10,01±0,22 ***	15,52±0,16 ***	5,21±0,03 ***	3,54±0,02 ***	1038±0,51 ***
Через 24 часа после отела						
I контрольная	14,26±0,33	5,26±0,24	8,46±0,29	4,04±0,03	3,72±0,02	1033±0,58
II опытная	14,27±0,21	5,87±0,31	10,22±0,58 **	4,29±0,01 ***	3,73±0,05	1034±0,37
III опытная	14,40±0,30	6,01±0,35	10,80±0,97* ***	4,49±0,05 ***	3,80±0,02 **	1034±1,58
IV опытная	14,72±0,33	6,46±0,46* ***	12,00±0,79 ***	4,51±0,08 ***	3,82±0,04* ***	1036±1,29* ***
Через 36 часов после отела						
I контрольная	13,50±0,34	3,82±0,23	1,24±0,21	3,51±0,01	4,12±0,02	1029±1,45
II опытная	13,58±0,34	3,98±0,32	2,00±0,10 **	3,91±0,04 ***	4,20±0,04	1030±0,95
III опытная	13,80±0,23	3,91±0,22	3,18±0,15 ***	4,11±0,04 ***	4,25±0,01 ***	1030±0,63
IV опытная	14,18±0,34	3,93±0,20	3,76±0,13 ***	3,96±0,03 ***	4,32±0,03 ***	1031±1,22

Примечание: здесь и далее * - ($P<0,05$); ** - ($P<0,01$); *** - ($P<0,001$).

В молозиве коров IV опытной группы, полученном через 12 часов после отёла, сохранилась достоверное превосходство над животными I контрольной группы по таким показателям как: массовая доля сухого вещества – на 0,7 п. п. ($P<0,01$), массовая доля белка – на 3,24 ($P<0,001$), массовая доля жира – на 1,0 п. п. ($P<0,001$), содержание иммуноглобулинов – на 5,3 г/л или 52 % ($P<0,001$), плотность – на 4 кг/м³ ($P<0,001$). Животные II и III опытных групп также превосходили коров I контрольной группы по данным показателям, но уступали аналогам IV опытной группы. Такая же тенденция прослеживается по показателям молозива, полученного от коров опытных групп через 24 часа и 36 часов после отёла. Так, у животных IV опытной группы сохраняется достоверное превосходство по содержанию иммуноглобулинов соответственно на 3,5 и 2,5 г/л ($P<0,001$) и массовой доле жира – на 0,5 и 0,4 п. п. ($P<0,001$). Животные II и III опытных групп также сохранили положительную динамику роста показателей химического состава молозива по сравнению с коровами I контрольной группой.

В дальнейшем нами были проанализированы показатели молочной продуктивности коров при включении в состав рациона в транзитный

период концентрата кормового энергетического «Энергопак». Суточный удой коров IV контрольной группы на 6-й день лактации оказался выше по сравнению с аналогами I контрольной группы на 1,7 кг или на 6,3 %, на 20-й день лактации разница в удое составила 2,2 кг или на 7,9 % (таблица 4).

Таблица 4 – Молочная продуктивность коров (n=10)

Показатели	I контрольная группа		II опытная группа		III опытная группа		IV опытная группа	
	день лактации							
	6-й	20-й	6-й	20-й	6-й	20-й	6-й	20-й
Суточный удой на одну корову, кг	27,1±0,66	28,0±0,44	27,8±0,60	28,4±0,59	28,0±0,65	29,1±0,53**	28,8±0,49	30,2±0,47***
Удой по группе коров, кг	271±10,98	280±4,98	278±6,00	284±5,90	280±6,54	291±5,28	288±4,91	302±4,70**
Валовой надой за 20 дней опыта, кг	5270		5368		5437		5594	
Массовая доля жира в среднем за период опыта, %	3,64		3,71		3,73		3,75	
Количество молока в зачётной массе, кг	5329		5532		5636		5829	
В % к контролю	100		103,8		105,7		109,4	

Удой коров III опытной группы на 6-й день лактации увеличился по сравнению с животными I контрольной группы на 0,9 кг или на 3,3 % ($P<0,01$), на 20-й день лактации разница в удое составила 1,1 кг или 3,9 % ($P<0,001$). Удой коров II опытной группы превышал этот показатель у аналогов I контрольной группы на 6-й день лактации на 0,7 кг или на 2,6 % и на 20-й день лактации – 0,4 кг или 1,4 %. Массовая доля жира за период опыта наибольшей была у коров IV опытной группы, что в перерасчёте на базисную жирность (3,6 %) позволило получить дополнительно 500 кг молока в зачётной массе в сравнении с I контрольной группой. Животные II и III опытных групп занимали промежуточное положение между IV опытной и I контрольной группами.

Заключение. 1. Установлена эффективная доза применения концентрата кормового энергетического «Энергопак» в рационах коров в транзитный период в количестве 300 г на голову в сутки, выразившаяся в повышении в молозиве сразу после отела сухого вещества на 5,83 п. п., массовой доли белка – на 5,2, массовой доли жира – на 0,75, массовой доли лактозы – на 0,26 п. п. и уровня иммуноглобулинов – на 18,8 г/л или на 28,0 % ($P<0,001$); через 12 часов после отёла соответственно на 0,7 п.п. ($P<0,01$), на 3,24 ($P<0,001$), на 1,0 п.п. ($P<0,001$) и на 5,3 г/л или 52 % ($P<0,001$). Такая же закономерность по показателям молозива

сохранилась через 24 часа и 36 часов после отёла.

2. Применение концентрата кормового энергетического «Энерго-пак» оказало положительное влияние на увеличение продуктивности коров в транзитный период. Коровы, получавшие 300 г наголову в сутки кормового энергетического концентрата, имели более высокий среднесуточный удой на 6-й день лактации на 1,7 кг или на 6,3 % и на 20-й день лактации – на 2,2 кг или на 7,9 по сравнению с аналогами I контрольной группы.

Литература

1. Кормление сельскохозяйственных животных : учебное пособие / В. К. Пестис, Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский [и др.]. — Минск : РИПО, 2024. — 320 с.
2. Подрез, В. Н. Молочная продуктивность и гематологические показатели коров в период раздоя при использовании в рационе энергетического корма на основе сухого защищенного жира / В. Н. Подрез, М. М. Карпеня, А. М. Карпеня // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2022. – Вып. 57, ч. 2. – С. 3-11.
3. Ермаков, И. Ю. Жидкий энергетический корм в питании молочных коров и технология его раздачи / И. Ю. Ермаков, Ю. П. Фомичев // Вестник Всероссийского НИИМЖ. – 2018. – № 3(31). – С. 90-95.
4. Структурно-метаболические процессы в рубце и влияние на них факторов питания (теоретические и практические аспекты пищеварения у жвачных животных) / В. В. Машко, Г. А. Тумилович, Омар Хуссейн Али Али [и др.] // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / Гродненский ГАУ ; редкол. : В. К. Пестис (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2016. – Т. 33 : Ветеринария. – С. 88-100.
5. Osvaldo, B. P. Metabolic Stress in the Transition Period of Dairy Cows: Focusing on the Prepartum Period / B. P. Osvaldo, J. L. M. R. Leroy, G. Opsomer // Animals (Basel). – 2020. – Vol. 10(8). – P. 1419. – DOI: 10.3390/ani10081419.
6. Карликова, Г. Г. Состояние гомеостаза организма высокопродуктивных коров разного уровня генетической ценности в период раздоя / Г. Г. Карликова // Пермский аграрный вестник. – 2021. – № 4 (36). – С. 109-116.
7. Соболев, Д. Т. Влияние уровня энергии в рационе у коров на показатели белкового обмена и формирование специфических противовирусных антител на фоне циркуляции возбудителей пневмоэнтеритов / Д. Т. Соболев, Я. П. Яромчик // Ветеринарный журнал Беларуси. – 2023. – № 1(18). – С. 55-56.
8. Chemical Composition of the Biomass of *Saccharomyces cerevisiae* / S. B. Onofre, I. C. Bertoldo, D. Abatti, D. Refosco // International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB). – 2017. – Vol. 2, Issue 2. – P. 558-562. – DOI: 10.22161/ijeab/2.2.2.

Поступила 24.04.2025 г.

Т.И. МОСКАЛЕНКО, Ю.В. ИСТРАНИН, Ж.А. ИСТРАНИНА

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕМИКСА
«ЛАКТЭКО» СУХОСТОЙ» В КОРМЛЕНИИ КОРОВ**

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

Эффективность кормления скота определяется типом рационов, рецептурой комбикормов и кормовых добавок. Сбалансированное кормление в сухостойный период способствует оздоровлению коровы, сохранению функций воспроизводства, а также хорошему здоровью новорождённых телят. В статье отражены результаты исследований, целью которых явилось определение эффективности применения премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» в кормлении коров сухостойного периода. Установлено, что оптимизация кормления стельных сухостойных коров привела к увеличению продуктивности животных. Живая масса телят опытных групп была выше, чем у аналогов контрольной группы на 1,2-1,3 кг. Это свидетельствует о том, что применение премикса положительно повлияло на внутриутробное развитие животных. Относительный прирост во всех исследуемых группах также находился на сравнительно высоком уровне. Таким образом, применение премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» в кормлении сухостойных коров делает более конкурентоспособной продукцию и способствует повышению эффективности молочного скотоводства.

Ключевые слова: сухостойные коровы, содержание жира в молоке, содержание белка в молоке.

T.I. MOSKALENKO, Yu.V. ISTRANIN, Zh. A. ISTRANINA

**EFFECTIVENESS OF USING THE “LaktECO” DRY” PREMIX
IN FEEDING COWS**

The Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus

The cattle feeding efficiency is determined by the type of diets, formulation of compound feeds and feed additives. Balanced feeding during the dry period ensures the cow health improvement, preservation of reproductive functions, and good health of newborn calves. The paper contains the results of research aimed at determining the efficiency of using the “LaktECO” DRY” premix in the feeding of dry cows. It was found that optimization of feeding of pregnant dry cows led to an increase in animal productivity. The live weight of calves in the experimental groups was 1.2-1.3 kg higher than that of their counterparts in the control group. It proves that the use of the premix had a positive effect on the intrauterine development of animals. The relative gain in all studied groups was also rather high. Thus, the use of the “LaktECO”

DRY” premix in the feeding of dry cows makes the product more competitive and promotes the efficiency of dairy cattle breeding.

Key words: dry cows, fat content of milk, protein content of milk.

Введение. Определяющими критериями рентабельности животноводства являются совершенствование существующих и разработка новых технологий кормления, содержания и селекции животных. Особое место в этом направлении занимает кормление скота, эффективность которого определяется типом рационов, рецептурой комбикормов и кормовых добавок [1, 2].

Профессиональный менеджмент кормления коров – ключ к экономическому успеху в производстве молока. Задача при этом состоит в том, чтобы сбалансированным кормлением достичь пика лактации на 70-80-й день и не допустить снижения суточной молочной продуктивности более чем на 9 % в месяц. Только тогда будет обеспечен максимум молока за лактацию [1, 3, 4].

Сухостойный период очень важен для оздоровления коровы, сохранения функций воспроизводства, а также хорошего здоровья новорождённых телят. Погрешности в кормлении коров, нарушения обмена веществ неизбежно сказываются на характере развития плода, а впоследствии и на здоровье новорождённых телят и последующей продуктивности. Неполноценное кормление приводит к нарушениям обмена веществ, как у коровы, так и телёнка, к различным заболеваниям. Так, у коров, перенесших родильный парез, в 4 раза чаще бывает задержание последа, которое в 16 раз повышает восприимчивость к кетозу [1, 5].

При неполноценном кормлении стельных сухостойных коров выход телят снижается на 20 %, на 500 кг и более уменьшаются удои, и на 50 % сокращается оплодотворяемость коров из-за нарушений полового цикла [2, 4].

Недостаточное кормление коров в сухостойный период отрицательно сказывается и на развитии вымени. В последние два месяца стельности происходит восстановление эпителиальных клеток и становление железистой ткани молочной железы. При недостаточном кормлении эти процессы замедляются, что отрицательно сказывается на последующей молочной продуктивности коров, особенно первотелок. Полноценное кормление обеспечивает получение качественного молока с высоким содержанием иммуноглобулинов, витаминов [1, 3].

Отечественная и зарубежная практика показывает, что даже на фермах при достаточном общем уровне кормления и своевременной профилактики заболеваний только около 60 % отелившихся коров бывает полностью здоровыми. Основные заболевания высокопродуктивных коров проявляются в первые два месяца лактации, то есть в период выхода на пик продуктивности. Они обусловлены несбалансированностью

рационов в сухостойный период [4, 5, 6].

Целью исследований явилось определение эффективности применения премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» в кормлении коров сухостойного периода.

Материал и методика исследований. Для проведения научного исследования были сформированы три группы по принципу пар-аналогов. Из числа сухостойных коров в каждый из периодов опыта было отобрано по 10 голов учётных коров, аналогичных по возрасту (3 лактация), приблизительным срокам отёла, молочной продуктивности за последнюю лактацию, происхождению, живой массе (550 кг) и упитанности в начале сухостоя (3,5-4,0 балла). Показатели молочной продуктивности и другие показатели у этих коров после отёла учитывали с помощью компьютерной системы идентификации животных.

Применяется привязное содержание, система – стойлово-пастбищная. Рацион во всех группах скармливался в виде полнорационной кормосмеси, что обеспечивало полное потребление кормов, входящих в состав рациона, исключая выборочное их поедание. Приготовление и раздача кормосмеси производилось при помощи раздатчика-смесителя ИСКР – 12 «Хозяин».

Контрольная и опытные группы животных на протяжении первого периода сухостоя (в среднем 39 дней) и второго периода сухостоя (21 день) получали хозяйственные рационы кормления в соответствии с принятой на ферме технологией. Опытные группы получали дополнительно к основному рациону премикс «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группы животных	Количество животных	Сухостойный период I фазы сухостоя (первые 39 дней сухостоя)	Сухостойный период II фазы сухостоя (21 день до отёла)
Контрольная группа	10	ОР (сено – 2 кг, сенаж – 23 кг, комбикорм – 0,6 кг)	ОР (сено – 2 кг, сенаж – 20 кг, силос – 10 кг, комбикорм – 2 кг)
I опытная группа	10	ОР + 0,15 кг премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»	ОР + 0,15 кг премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»
II опытная группа	10	ОР + 0,25 кг премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»	ОР + 0,25 кг премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»

Премикс «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» скармливался стельным сухостойным коровам в составе комбикорма из расчёта 150 и 250 г/гол./сут.

Исследуемая добавка представляет собой порошок серого цвета, сладковатый на вкус с карамельным запахом. В состав входят комплексы наиболее дефицитных микроэлементов, витаминов и других биологически активных веществ. Премикс «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» предназначен для восполнения потребностей организма матери и плода в витаминах и минералах, профилактики возникновения послеродового пареза, препятствия возникновению иммуносупрессии до и после отела, минимизации риска.

Форма выпуска: однородная смесь (рисунок 1).



Рисунок 1 – Премикс «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»

Состав исследуемого премикса представлен в таблице 2.

Таблица 2 – Состав премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»

Показатели	Премикс «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ»
Витамин А, МЕ	500000
Витамин D, МЕ	150000
Витамин Е, мг/кг	5000
Магний, мг/кг	90000
Марганец, мг/кг	7000
Цинк, мг/кг	7000
Медь, мг/кг	2100
Йод, мг/кг	140
Селен, мг/кг	80
Кобальт, мг/кг	30
Аттрактант, антиоксидант	+

Для контроля физиологического состояния коров, обмена веществ проводили анализ крови. Пробы крови отбирали спустя три часа после утреннего кормления, перед постановкой и в конце опыта. В крови коров определяли: гемоглобин, эритроциты, белок, мочевины, сахар, кальций, фосфор, а у телят – концентрацию иммуноглобулинов.

Учёт количественных и качественных показателей молока проводили каждую декаду месяца.

В ходе опыта изучались следующие показатели:

- 1) молочная продуктивность коров – ежедекадно путём проведения контрольных доек;
- 2) содержание массовой доли жира (%) и общего белка (%) в молоке – на приборе «Милкоскан 605».

Интенсивность роста телят контролировали путём индивидуальных взвешиваний животных с последующим вычислением среднесуточного прироста живой массы и относительного и абсолютного прироста.

В работе использовали статистический, монографический, расчётно-конструктивный методы исследований. Проанализированный цифровой материал обработан методами биометрической статистики на ПЭВМ с помощью программы «Статистика».

В работе приняты следующие обозначения значимости: * - $P < 0,05$; ** - $P < 0,01$; *** - $P < 0,001$.

Результаты эксперимента и их обсуждение. В наших исследованиях мы проанализировали изменения живой массы коров после отёла, так как это позволяет оценить эффективность применяемого оптимизированного рациона (таблица 3). На основании полученных данных установлено, что живая масса коров опытных групп к началу лактации находилась на уровне 541,6-542,6 кг, что выше по сравнению с животными контрольной группы на 0,2-0,4 % или 1,2-2,2 кг. Это указывает на то,

что при технологическом снижении массы коров на 0,5 кг/день животные опытных групп теряли в весе более медленно (0,25-0,52 кг), чем коровы контрольной группы (0,80 кг). Следовательно, добавление в рационы коров в период сухостоя премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» способствовало более быстрому восстановлению живой массы коров после отёла.

Таблица 3 – Изменение живой массы коров после отела

Группа животных (n=15)	Живая масса, кг		
	1 день	30 дней	% к 1 дню
Контрольная группа	540,4±5,6	516,4±6,0	95,6
I опытная группа	542,6±8,2*	527,0±6,5	97,1
%, к контрольной группе	100,4	102,1	х
II опытная группа	541,6±9,2	534,0±6,5	98,6
%, к контрольной группе	100,2	103,4	х

Динамика молочной продуктивности коров за первые 30 дней лактации представлена в таблице 4.

Таблица 4 – Динамика молочной продуктивности коров за первые 30 дней лактации

Группа животных (n=15)	Среднесуточный удой, кг				
	1 день	10 дней	% к 1 дню	30 дней	% к 1 дню
Контрольная группа	11,6±1,1	18,3±1,9	157,8	22,4±1,8	193,1
I опытная группа	11,9±1,2	20,1±1,6	168,9	24,8±1,8	208,4
%, к контрольной группе	102,6	109,8	х	110,7	х
II опытная группа	12,2±1,3	21,3±1,6	174,6	25,9±1,8**	212,3
%, к контрольной группе	105,2	116,4	х	115,6	х

Данные, представленные в таблице 4, свидетельствуют о том, что оптимизация кормления стельных сухостойных коров привела к увеличению продуктивности животных. Так, от коров II опытной группы, потреблявших более сбалансированный рацион, к 10-му дню лактации получено 21,3 кг молока на голову, что выше по сравнению с аналогами контрольной группы на 16,4 % или 3,0 кг, к 30-му дню лактации – на 15,6 % или 3,5 кг.

Применение премикса повышает резистентность животных, что подтверждено данными по заболеваемости коров, зарегистрированными в первые 30 дней лактации. Данные по числу случаев заболеваний в послеродовой период отражены в таблице 5.

Таблица 5 – Данные по числу случаев заболеваний в первые 30 дней лактации

Заболевание	Группы					
	контрольная		I опытная		II опытная	
	кол-во животных, голов	кол-во животных, %	кол-во животных, голов	кол-во животных, %	кол-во животных, голов	кол-во животных, %
эндометрит	3	30,0	2	20,0	1	10,0
мастит	2	20,0	1	10,0	1	10,0
заболевания конечностей	1	10,0	-	-	-	-

На основании таблицы 5 установлено, что оптимизация кормления коров в период сухостоя способствовала повышению резистентности организма в предстоящую лактацию. Так, в первый месяц после отёла в группе животных, получавших хозяйственный рацион, 26,6 % животных переболело эндометритами, 20,0 % – маститами, тогда как оптимизация кормления при помощи премикса снизила заболеваемость эндометритами и маститами в I опытной группе на 13,0 и 13,4 процентных пункта, во II – на 20,0 и 13,4 процентных пункта. При этом в контрольной группе коров у двух животных регистрировались заболевания конечностей, тогда как в опытной группе данных заболеваний не наблюдалось.

На следующем этапе научно-производственного опыта изучали влияние исследуемых премиксов на плотность первой порции молозива, содержание иммуноглобулинов (IgG) в крови телят на 3-й день и среднесуточный прирост телят за первые 30 дней жизни. Результаты проведённых исследований приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Влияние исследуемого премикса на плотность молозива и содержание иммуноглобулинов (IgG) в крови, m+n

Группы животных	Плотность первой порции молозива, кг/см ³	Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови телят на 3 день, мг/мл
Контрольная группа	1055±0,003	10,4±0,33
I опытная группа	1059±0,002	12,6±0,24
II опытная группа	1061±0,002*	13,7±0,14

Из данных в таблице 6 видно, что плотность первых порций молозива от коров опытных групп был выше контроля на 0,004-0,006 кг/см³, что и показали результаты анализа крови 3-дневных телят. Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови телят, полученных от коров опытных групп, было выше на 0,2-0,3 мг/мл.

Все телята получили первую порцию молозива в оптимальные сроки. Кормление телят от коров сравниваемых групп было одинаковым. Однако на 5-й день после рождения у двух телят, полученных от коров контрольной группы, наблюдались расстройства желудочно-кишечного тракта, а молодняк, полученный от коров опытной группы, был здоровым. Визуально также было установлено, что новотельные коровы опытной группы отличались от аналогов в контроле лучшим аппетитом, эти животные поедали корма практически без остатков, были более энергичными, жвачка у животных соответствовала требованиям (более 60 движений челюсти на 1 отрыжку). Следует также отметить, что в опытных группах лактирующих коров не было установлено субклинической формы кетоза.

Одним из основных показателей, характеризующих интенсивность роста и развития, является среднесуточный прирост и относительная скорость роста. Интенсивность роста телят контролировали путём индивидуальных взвешиваний животных с последующим вычислением среднесуточного прироста живой массы и относительного и абсолютного прироста. Средняя живая масса животных по возрастам отражена в таблице 7.

Таблица 7 – Динамика живой массы телят в первые 30 дней жизни, m±n

Показатели	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Живая масса, кг			
- при рождении, кг	36,0±3,34	37,2±3,85	37,3±0,77
- в 30 дней, кг	55,7±9,3	57,2±13,0	57,9±1,5
живая масса ± к контролю при постановке на опыт			
%	-	+3,3	+3,6
кг	-	+1,2	+1,3
живая масса ± к контролю в конце опыта			
%	-	+2,7	+3,9
кг	-	+1,5	+2,2

При постановке на опыт живая масса всех опытных групп превышала живую массу телят контрольной группы на 1,2-1,3 кг, что свидетельствует о том, что применение премикса положительно повлияло на внутриутробное развитие животных. В процессе выращивания к концу опыта телята II опытной группы показали более высокую живую массу, что выше по сравнению с телятами контрольной группы на 3,9 % или 2,2 кг.

Абсолютный и среднесуточный приросты молодняка крупного рогатого скота за период опыта отражены в таблице 8.

Таблица 8 – Абсолютный и среднесуточный прирост телят за период опыта, m+n

Показатели	Группы		
	контрольная	I опытная	II опытная
Абсолютный прирост, кг	19,7±2,2	20,0±1,9	20,6±1,2
Среднесуточный прирост, г	656±6,87	666±6,00	685±4,67**
Абсолютный прирост ± к контролю			
%	-	+1,5	+4,6
кг	-	+0,3	+0,9
Среднесуточный прирост ± к контролю в конце опыта			
%	-	+1,5	+4,4
г	-	+10	+29

Разница по среднесуточным приростам телят исследуемых групп а период опыта составила 10-29 г в пользу опытных групп. Абсолютный прирост, или скорость роста молодняка крупного рогатого скота, также оказалась неодинаковой. Так, наибольший показатель роста за период опыта отмечается у молодняка I и II опытных групп, превысивший продуктивность животных контрольной группы на 1,5 и 4,6 % соответственно.

Нами изучены заболеваемость и сохранность подопытных телят. Среди животных контрольной группы переболело 30 % молодняка, падежа нет. При этом диагностировали следующие заболевания: диспепсия (две головы) и энтерит (одна голова). Среди телят опытных групп заболевших нет.

При расчёте экономической эффективности сравнивали продуктивность коров подопытных групп и окупаемость затрат. Использование любой кормовой добавки будет эффективной только тогда, когда обеспечена окупаемость затрат на её приготовление. В I опытной группе за счёт более сбалансированного кормления в сухостойный период получено дополнительно 5,4 ц молока за 30 дней лактации. В целом по I опытной группе за 30 дней лактации рентабельность составила 18,1 %. Во II опытной группе за счёт более сбалансированного кормления в сухостойный период было получено дополнительно 9,0 ц молока за 30 дней лактации.

Заключение. Оптимизация кормления стельных сухостойных коров привела к увеличению продуктивности животных. Так, от коров II опытной группы, потреблявших более сбалансированный рацион, к 10-му дню лактации получено 21,3 кг молока на голову, что выше по сравнению с аналогами контрольной группы на 16,4 % или 3,0 кг, к 30-му дню лактации – на 15,6 % или 3,5 кг. Плотность первых порций молозива от коров опытных групп была выше контроля на 0,004-0,006

г/см³, что и подтвердилось результатами анализа крови 3-дневных телят. Количество иммуноглобулинов (IgG) в крови телят, полученных от коров опытных групп, было выше на 0,2-0,3 мг/мл.

Живая масса всех опытных групп превышала живую массу телят контрольной группы на 1,2-1,3 кг, что свидетельствует о том, что применение премикса положительно повлияло на внутриутробное развитие животных. В процессе выращивания к концу опыта телята II опытной группы показали более высокую живую массу, что выше по сравнению с телятами контрольной группы на 2,7 % или 1,2 кг.

Относительный прирост во всех исследуемых группах находился на сравнительно высоком уровне. Однако по мере роста и развития животных различных групп показатель относительного прироста имел некоторые особенности: у телят контрольной группы он составил 43,0 %, тогда как во II опытной группе он находился на уровне 43,3 %, то есть добавление в рационы коров в период сухостоя премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» в количестве 0,25 кг способствовало увеличению скорости роста молодняка.

Таким образом, применение премикса «ЛактЭКО» СУХОСТОЙ» в кормлении сухостойных коров делает более конкурентоспособной продукцию и способствует повышению эффективности молочного скотоводства.

Литература

1. Влияние кормового концентрата на молочную продуктивность коров / А. В. Ланцов, С. Г. Лебедев, В. Н. Минаков [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2020. – Т. 56, № 1. – С. 113-116.
2. Истранин, Ю.В. Влияние скармливания сена галеги восточной на продуктивность коров в период раздоя / Ю.В. Истранин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Науч.-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2015. – Т. 50, ч. 1: Генетика, разведение, селекция, биотехнология размножения и воспроизводство. Технология кормов и кормления, продуктивность. – С. 275–286.
3. Истранин, Ю. В. Влияние силосования пайзы в чистом виде и в смешанных посевах на качество силоса / Ю. В. Истранин, Ж.А. Истранина, Ю.А. Петрова // Актуальные проблемы АПК : взгляд молодых исследователей : материалы Междунар. науч.-практ. конф., Смоленск, 23 мая 2017 г. / Смоленская ГСХА. – Смоленск, 2017. – С. 294–299.
4. Продуктивные качества и естественная резистентность организма ремонтных бычков в зависимости от генотипа / М. М. Карпеня, Ю. В. Шамич, В. Н. Подрез, Д. В. Базылев, Ю. В. Истранин, Л. В. Волков // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2015. – Т. 51, вып. 2. – С. 126-129.
5. Засухоустойчивые культуры в условиях Беларуси / Ю. В. Истранин, А. Л. Зинюченко, Ж. А. Гуринович, Д. В. Шибко // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2008. – Т. 44, № 2-1. – С. 198-201.
6. Продуктивность новых видов культур и качество сенажа / А. Л. Зинюченко, Ж. А. Гуринович, В. Л. Копылович, Ю. В. Истранин // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 2009. – С. 70–77.

Поступила 25.03.2025 г.

Т.М. НАТЫНЧИК

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМОВ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ МОЛОДНЯКУ КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА «ЗАЩИЩЁННОГО» ПРОТЕИНА

*Полесский государственный университет,
г. Пинск, Республика Беларусь*

В статье представлены данные исследования, в котором изучалось воздействие кормления комбинированными кормами с применением химической обработки белковых концентратов на продуктивные показатели молодняка крупного рогатого скота. Установлено, что скармливание молодняку крупного рогатого скота 6-12-месячного возраста комбикормов с включением обработанного высокобелкового корма органическими кислотами увеличивает абсолютный прирост живой массы на 7,9-9,0 % по сравнению с контролем. Повышение продуктивности положительно повлияло на эффективность трансформации питательных веществ рациона в продукцию. Затраты корма на продукцию снизились на 8,71-7,86 %.

Ключевые слова: бычки, комбикорм, органические кислоты, гематологические показатели, продуктивность, затраты кормов.

T.M. NATYNCHIK

INCREASING THE EFFICIENCY OF FEED UTILIZATION WHEN FEEDING YOUNG CATTLE WITH “PROTECTED” PROTEIN

Polesky State University, Pinsk, Republic of Belarus

The paper contains the results of research aimed at studying the effect of feeding compound feed with the use of chemical treatment of protein concentrates on the productivity indicators of young cattle. It was found that feeding young cattle aged 6-12 months with compound feed containing high-protein feed treated with organic acids increased the absolute live weight gain by 7.9-9.0 % compared to the control group. The increase in productivity contributed to effective transformation of feed nutrients into products. Feed conversion rate decreased by 8.71-7.86%.

Keywords: young bulls, compound feed, organic acids, hematological indicators, productivity, feed costs.

Введение. В физиологии питания жвачных главное – обеспечить рациональное и сбалансированное кормление, чтобы повысить эффективность усвоения питательных веществ из кормов [1, 2, 3, 4, 5].

Протеин является одним из ключевых ингредиентов корма, причём его расходы могут достигать от 35 до 55 % общей стоимости рациона. Однако уровень усвоения этого белка в организме жвачных животных довольно низкий (24-25 %), причём показатели варьируются в широком диапазоне – от 10 до 40 %. Этот показатель зависит от вида животного, возраста, продуктивности и биологической ценности корма [6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Полноценное протеиновое питание жвачных подразумевает удовлетворение потребности животного в основных питательных веществах. В организме животных белки непрерывно синтезируются, поскольку они играют ключевую роль в росте и размножении, участвуют в образовании биологически активных веществ и выступают как один из важнейших ограничивающих факторов в системах интенсивного производства молока и мяса [13, 14, 15, 16, 17].

Белки создаются из аминокислот, которые поступают из нерасщеплённого в рубце протеина, микробиального и собственного белка, попадающих в кровь в виде конечных продуктов пищеварения, либо формируются в ходе обменных процессов. Чтобы обеспечить потребности жвачных, важно учитывать не только норму сырого протеина в корме, но и правильное соотношение расщепляемых и нерасщепляемых в рубце фракций, что влияет на усвоение и аминокислотный состав крови [18, 19, 20].

Значительная часть белка в кормах разлагается в рубце благодаря микрофлоре, при этом лишь небольшой объём аминокислот, образовавшихся в результате этого процесса, усваивается микроорганизмами, что ведёт к формированию микробного белка. В то же время большая часть белка преобразуется в аммиак, избыток которого либо безвозвратно удаляется из организма, либо при чрезмерном накоплении негативно влияет на печень животного и организм в целом [21, 22, 23, 24, 25].

В течение длительного времени во множестве стран мира активно исследуются различные методы и подходы для уменьшения распада высокобелковых кормов в рубце жвачных [26, 27, 28, 29, 30]. На данный момент известные методы «защиты» протеина обладают средней эффективностью и характеризуются наличием как положительных, так и отрицательных сторон. Одним из способов улучшения усвояемости протеина из высокобелковых кормов считается их химическая обработка.

Целью исследования является изучение воздействия кормления комбинированными кормами с применением химической обработки белковых концентратов на продуктивные показатели молодняка крупного рогатого скота.

Материал и методика исследований. Производственная проверка с использованием обработанного высокобелкового корма органическими кислотами проводилась в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» на молодняке крупного рогатого скота на откорме в возрасте 6-12 месяцев. Для проведения производственной проверки были сформированы три группы животных по 50 голов в каждой (таблица 1).

Таблица 1– Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Характеристика кормления
I контрольная	50	180	Основной рацион (ОР) + комбикорм с включением 10 % молотого люпина (по норме)
II опытная	50	180	ОР + комбикорм с включением 10 % обработанного 20 % раствором уксусной кислотой в количестве 5 % от массы
III опытная	50	180	ОР + комбикорм с включением 10 % люпина обработанного пропионовой кислотой в количестве 5 % от массы

Различия в кормлении и подопытных животных заключались в том, что I (контрольной) группе бычков скармливали комбикорм с включением 10 % молотого люпина, во II опытной – 10 % люпина, обработанного 20%-ной уксусной кислотой и в III опытной – пропионовой. Продолжительность опыта 180 дней, начиная с 6-месячного возраста начальной живой массой 181,8-183,2 кг.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели: химический состав, питательность и поедаемость кормов, морфо-биохимический состав крови, интенсивность роста животных, экономическая эффективность использования кормов.

Статистическая обработка результатов исследований проведена по методу Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. Учёт расхода кормов показал, что поедаемость концентратов была полной во всех группах. Обработка белкового корма органическими кислотами не отразилась на пищевом поведении подопытных животных (таблица 2).

Таблица 2 – Среднесуточный рацион подопытных животных (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа		
	I	II	III
Кормосмесь (сенаж – 85 %, сено – 5 %, зелёная масса – 10 %), кг	13,3	13,0	13,0
Комбикорм с включением 10 % молотого люпина, кг	2	–	–
Комбикорм с включением 10 % молотого люпина обработанного 20%-ным раствором уксусной кислоты, кг	–	2	–
Комбикорм с включением 10 % молотого люпина обработанного 20%-ным раствором пропионовой кислоты, кг	–	–	2
В рационе содержится:			
Кормовых единиц	7,40	7,25	7,39
Обменной энергии, МДж	75	74	74
Сухое вещество, кг	7,717	7,615	7,621
Сырого протеина, г	869	862	868
Расщепляемого протеина, г	620	574	582
Нерасщепляемого протеина, г	249	288	286
Переваримого протеина, г	596	594	592
Сырого жира, г	266	255	259
Сырой клетчатки, г	1784	1764	1822
Крахмал, г	982	980	980
Сахар, г	274	270	270
Кальция, г	60	59	59
Фосфора, г	31	33	30
Магния, г	23	22	22
Калия, г	110	109	109
Серы, г	9	9	9
Железа, г	2527	2491	2491
Меди, мг	17	17	17
Цинка, мг	385	379	379
Марганца, мг	504	498	498
Кобальта, мг	11	11	11
Йода, мг	1	1	1
Каротина, мг	487	479	479
Витамина D, МЕ	1584	1560	1560
Витамина E, мг	661	652	652

По структуре рациона молодняк контрольной и опытных групп не имел существенных различий. Рацион подопытных животных состоял из 13,0-13,2 кг кормосмеси и 2 кг комбикорма. Из-за использования уксусной и пропионовой кислоты при обработке белкового корма уровень

расщепляемого протеина в опытных группах оказался ниже на 7,35 %, что говорит о денатурации молекул белка и защите их от расщепления в рубце. Количество нерасщепляемого протеина в опытной группе было больше на 14,8-15,7 %, чем в контрольной, что связано с обработкой органической кислотой. Содержание клетчатки в сухом веществе рациона контрольной и опытной группы находилось на уровне 23,12-23,91 г в килограмме сухого вещества. Са:Р соотношение в контрольной группе было 1,9:1, в опытных – 1,8-2,0:1.

Скармливание комбикорма с использованием обработанного высокобелкового корма органическими кислотами не оказало значительного влияния на состав крови животных (таблица 3).

Таблица 3 – Гематологические показатели

Показатель	Группа		
	I	II	III
Общий белок, г/л	72±0,47	78,47±2,62	73±4,29
Мочевина, ммоль/л	6,78±0,65	7,27±0,86	6,73±0,57
Глюкоза, ммоль/л	4,33±0,14	4,13±0,03	4,13±0,33
Кальций, ммоль/л	2,41±0,05	2,41±0,00	2,46±0,07
Фосфор, ммоль/л	2,93±0,17	3,41±0,08	3,26±0,05
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	13,6±2,45	13,63±1,08	15,8±1,11
АЛТ, ед./л	21,37±1,55	22,13±0,73	20,73±1,38
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	662±90,66	651,67±173,85	719,67±199,13
Эритроциты, 10 ¹² /л	5,07±0,21	4,82±0,10	5,2±0,09
Гемоглобин, г/л	98,33±2,4	98,67±2,33	102,33±2,33
Гематокрит, %	19,47±1,07	17,73±0,52	19,33±0,47

У бычков III опытной группы по отношению к I контрольной отмечено повышение содержания эритроцитов на 2,5 %, гемоглобина – на 4,1, общего белка во II и III группах – на 9,0 и 1,4 %, фосфора – на 16,4 и 11,3 % соответственно. Отмечено незначительное изменение уровня кальция. В то же время уровень глюкозы снизился в обеих опытных группах на 4,6 %, однако отмеченные различия недостоверны.

Проведённые исследования показали, что животные опытной группы имели высокую энергию роста. За 180 дней исследований прирост живой массы в I опытной группе, которой скармливался комбикорм с вводом белкового корма, обработанного уксусной кислотой, оказался на 7,9 % выше, чем в контроле. Во II опытной группе, животным которой скармливался комбикорм с вводом белкового корма, обработанного пропионовой кислотой, повысился на 9,0 % по сравнению с контролем (таблица 4).

Среднесуточный прирост молодняка крупного рогатого скота в контрольной группе за период производственной проверки 180 дней

составил 804 грамма, а в опытных группа – 867-877 г живой массы или выше на 7,9-9,0 %.

Таблица 4 – Изменение живой массы и среднесуточные приросты

Показатель	Группа		
	I	II	III
Живая масса, кг:			
в начале опыта	182,3±0,3	181,8±0,50	183,2±0,50
в конце опыта	326,9±0,8	338 ±1,1	341±1
Валовой прирост, кг	144,7±0,8	156,1±1,3	157,8±1,2
Среднесуточный прирост, г	803,9±4,5	867,3±7,1	876,6±6,8
% к контролю	100	107,9	109,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	9,41	8,59	8,67

Таким образом, в организме животных опытной группы при одинаковом уровне потребления усвоение питательных веществ происходило более эффективно, что, в свою очередь, оказало положительное влияние на продуктивность: энергия роста молодняка оказалась выше, чем в контроле. Затраты кормов на 1 кг прироста жировой массы в контрольной группе составили 9,41 к. ед., а в опытных группах – 8,59-8,67 к. ед., что на 8,71-7,86 % ниже, чем в контроле.

Заключение. Изучение динамики роста показало, что скормливание молодняку крупного рогатого скота 6-12-месячного возраста комбикормов с включением обработанного высокобелкового корма органическими кислотами приводит к увеличению абсолютного прироста живой массы на 7,9-9,0 % по сравнению с контролем. Повышение продуктивности положительно повлияло на эффективность трансформации питательных веществ рациона в продукцию. Так, затраты корма на продукцию снизились на 8,71-7,86 %.

Литература

1. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Агропанорама. – 2019. - № 4. – С. 33-37.
2. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці Нацыянальнай акадэміі навук Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. № 3. – С. 80-86.
3. Панова, В. А. Эффективность скормливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т животноводства НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2002. – Т. 37. – С. 173-176.
4. Влияние скормливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова, М. В. Джумкова, В. А. Люндышев // Зоотехническая наука Беларуси : сб.

науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58. Ч. 2. – С. 11-18.

5. Влияние осоложенного зерна на поедаемость кормов и продуктивность коров / И. В. Богданович, С. Н. Пиллюк, С. В. Сергучёв [и др.] // Развитие и внедрение современных наукоемких технологий для модернизации агропромышленного комплекса : сб. ст. по материалам междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 125-летию со дня рожд. Терентия Семеновича Малышева / Курганский НИИСХ. – Курган, 2020. – С. 449-453.

6. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальева, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, О. Ф. Ганущенко, В. Г. Микулёнок // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, Заслуж. учёного Брянской области, Почётного проф. Брянского ГАУ, д-ра с.-х. наук Гамко Леонида Никифоровича, Брянск, 15-16 апр. 2021 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2021. – Ч. 1. – С. 263-271.

7. 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.

8. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Агропанорама. – 2012. – № 6(94). – С. 13-15.

9. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, И. В. Богданович, Д. В. Медведева, О. Ф. Ганущенко // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 172-177.

10. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / И. В. Богданович, С. А. Ярошевич, Е. П. Симоненко [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 года / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино : Белорусская наука, 2019. – С. 210-215.

11. Богданович, И. В. Влияние включения цельного зерна кукурузы в рацион телят молочного периода выращивания на их дальнейшую продуктивность и переваримость питательных веществ кормов / И. В. Богданович // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 1. – С. 160-171.

12. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы V науч.-практ. конф. с междунар. участием, Вологда - Молочное, 21-25 февр. 2022 г. / ВолНЦ РАН – Вологда; 2022. – С. 152-157.

13. 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 ; Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2021. – 21 с.

14. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия : методические рекомендации / 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. Пиллюк ; Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2015. – 92 с. – ISBN 978-985-6895-21-3.

15. Погодаев, В. А. Количественные и качественные показатели мясной продуктивности бычков калмыцкой мясной породы при линейном разведении и кроссах линий / В. А.

Погодаев, Д. А. Сангаджиев, О. В. Удалова // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2022. – № 5(97). – С. 266-271. – DOI: 10.37670/2073-0853-2022-97-5-266-271.

16. Сапропель нового месторождения в кормлении коров / Д. М. Богданович, Т. Л. Сапсалева, 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. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 1. – С. 159-167. – DOI 10.47612/0134-9732-2022-57-1-159-167.

17. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, Т. В. Медведская, А. Г. Марусич, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 18-26.

18. Сушёная 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, 18 мая 2018 года / Гродненский ГАУ. – Гродно, 2018. – С. 161-163.

19. Радчиков, В. Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 15-17 мая 2013 г. / СКНИИЖ. – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151-155.

20. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пиллюк, М. В. Джумкова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, Н. И. Мосолова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, С. А. Коваленко, И. В. Яночнин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2. – С. 44-54. – DOI 10.47612/0134-9732-2022-57-2-44-54.

21. Комбикорм КР-3 экструдированным обогабителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарёва, В. К. Гурин, О. Ф. Ганущенко, С. А. Ярошевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / БГСХА ; редкол.: п. А. Саскевич [и др.]. – Горки, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 114-123.

22. 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. тр. / ГГАУ. – Гродно, 2014. – Т. 26 : Зоотехния. – С. 246-257.

23. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205-206.

24. Богданович, И. В. Эффективность производства говядины при включении в рацион новых кормовых добавок / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. междунар. науч.-практ. студенческой конф., Брянск, 26-27 марта 2020 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2020. – С. 212-216.

25. Откорм бычков с использованием кормовой добавки «ИПАН» / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, И. А. Петрова, С. Н. Пиллюк // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 года / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино : Белорусская наука, 2019. – С. 363-367.

26. Влияние скармливания молодняку крупного рогатого скота кормов с разной расщепляемостью протеина на физиологическое состояние и переваримость питательных веществ кормов / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, М. М. Карпеня [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 155-160.

27. Подготовка зерна к скармливанию как способ повышения эффективности его использования в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 17–18 мая 2018 года / Красноярский НИИЖ. – Красноярск, 2018. – С. 189-194.

28. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарёва, В. К. Гурин, В. П. Цай, О. Ф. Ганушенко, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальева ; Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, Витебская гос. акад. ветеринарной медицины. – Жодино, 2017. – 118 с. – ISBN 978-985-6895-22-0.

29. Эффективность разных способов подготовки зерна к скармливанию / Г. В. Бесараб, А. М. Антонович, В. А. Голубицкий [и др.] // Актуальні питання технології продукції тваринництва : зб. ст. за результатами III Всеукр. наук.-практ. інтернет-конф., Полтава, 30-31 окт. 2017 г. / Полтавська державна аграрна академія. – Полтава, 2018. – С. 123-127.

30. Уточнение норм ввода фосфора в состав комбикормов для молодняка КРС / А. И. Портной, В. П. Цай, А. Г. Менякина [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 30-31 мая 2024 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2024. – С. 187-192.

Поступила 24.03.2025 г.

УДК 636.085.51:636.085.52

М.А. ПАСТУХОВА, З.А. ЗАЙЦЕВА, С.Н. МИХАЛЬЧУК

СОДЕРЖАНИЕ КИСЛОТНО-ДЕТЕРГЕНТНОЙ КЛЕТЧАТКИ В ТРАВЯНЫХ КОНСЕРВИРОВАННЫХ КОРМАХ С УЧЁТОМ БАЛАНСА СТРУКТУРНЫХ УГЛЕВОДОВ

*Полесский аграрно-экологический институт Национальной академии
наук Беларуси, г. Брест, Республика Беларусь*

В статье представлены результаты статистического анализа показателей структурных углеводов в травяных кормах, заготовленных предприятиями АПК Брестской области в 2021–2024 гг. На основе анализа 2836 образцов установлены достоверные математические модели зависимости КДК от НДК и СК; СК от КДК в силосе кукурузном, а также в злаковом и злаково-бобовом сенаже. Модели могут быть использованы в повседневной работе лаборатории в качестве дополнительного метода анализа. Установлена сильная зависимость КДК от СК; СК от КДК в бобово-злаковых сенажах и сенажах из люцерны в моно-виде, однако ошибка аппроксимации >10 указывает на невозможность практического применения данных моделей и требует дополнительных исследований.

Однородность выборки образцов по ботаническому составу является одним из ключевых условий при создании математической модели зависимости. При формировании выборки сенажей из люцерны, однородной по ботаническому составу, и уменьшении количества образцов в ней на 60 % по отношению к общему числу бобовых и бобово-злаковых сенажей получены сопоставимые коэффициенты детерминации.

Ключевые слова: коэффициент детерминации; ошибка аппроксимации; НДК, КДК, СК, математическая модель зависимости.

M.A. PASTUKHOVA, Z.A. ZAYTSEVA, S.N. MIKHALCHUK

ACID DETERGENT FIBER CONTENT IN PRESERVED GRASS FORAGES TAKING INTO ACCOUNT THE BALANCE OF STRUCTURAL CARBOHYDRATES

Polesie Agrarian & Environmental Institute of the National Academy of Sciences of Belarus, Brest, Republic of Belarus

The paper contains the results of statistical analysis of the indicators of structural carbohydrates in grass forages conserved by agro-industrial enterprises of Brest region in 2021-2024. Based on the analysis of 2836 samples, reliable mathematical models of dependence of ADF on NDF and CF; CF on ADF in corn silage, as well as in grass and grass-and-legume haylage were established. The models can be used in routine laboratory work as a complementary method of analysis. Strong dependence of ADF on CF; CF on ADF in legume-grass haylages and alfalfa haylages in a single form was established, however, the approximation error >10 indicates the impossibility of practical application of these models and requires additional research. Uniformity of botanical composition of the batch of samples is one of the key conditions for creating a mathematical model of dependence. When forming a batch of samples of alfalfa haylage that was homogeneous in terms of botanical composition, and reducing the number of samples in it by 60% in relation to the total number of legume and legume-grass haylages, comparable coefficients of determination were obtained.

Key words: coefficient of determination, approximation error, NDF, ADF, CF, mathematical model of dependence.

Введение. Животноводство Республики Беларусь, в большей части молочное скотоводство, в значительной мере обеспечивает продовольственную безопасность страны и существенную долю её экспортных поступлений. Высокое качество производимой в стране молочной продукции по праву принято считать брендом страны. Однако остаются актуальными вопросы оптимизации технологии производства молока с точки зрения сохранения здоровья животных, увеличения периода их хозяйственного использования. Большое значение в решении этих задач отводится комовой базе и контролю её качества, особенно качеству заготавливаемых травяных кормов. Физиологически обусловлено, что

основа рационов крупного рогатого скота – травяные корма. Жвачные животные способны переваривать большое количество структурных углеводов. Именно за счёт клетчатки обеспечивается около 70 % энергии, необходимой животным, улучшается моторика желудочно-кишечного тракта, нормализуется время жвачки у животных и поддерживается оптимальная кислотнo-щелочная среда в рубце.

Оптимальный уровень сырой клетчатки в рационах зависит от продуктивности животных, их физиологического состояния, структуры кормления и других факторов. В литературе приводятся оптимальные нормы СК для лактирующих высокопродуктивных коров, составляющих, например, 16–18 % [1], 17–20 % [2] в сухом веществе кормосмеси.

Недостаток или чрезмерное содержание СК в рационе крупного рогатого скота оказывают негативное влияние: снижаются продолжительность и активность жвачки, интенсивность переваривания корма и направленность ферментации в рубце, нарушается перистальтика и продвижение корма по желудочно-кишечному тракту, нарушается энергетический и азотный обмен в организме и, как следствие, снижается продуктивность животных, их воспроизводительная способность, возникают разнообразные метаболические дисфункции, приводящие к комплексу сопутствующих серьезных патологий [3, 4].

Учитывая исключительно важное значение клетчатки в рационе животных, необходимо понимать, использование показателя СК не является информативным для детального анализа и балансировки рационов высокопродуктивным животным. Этот показатель даёт лишь частичное представление о содержании целлюлозы и лигнина (приблизительно 40 %) от фактического их содержания [1, 5–8]. Более информативным с точки зрения зоотехнии является оценка фракций СК: нейтрально-детергентной клетчатки (НДК) и кислотнo-детергентной клетчатки (КДК). Значения данных показателей более точно характеризуют поедаемость, переваримость и усвоение корма. В новых нормативных документах, устанавливающих требования к качеству травяных кормов (СТБ 1223-2024; СТБ 2662-2024) установлены нормативные значения КДК и НДК в травяных кормах в зависимости от класса качества [9, 10]. Определение данных показателей затруднительно для многих лабораторий РБ по причине недостаточного технического обеспечения.

Отраслевая научно-исследовательская лаборатория качества кормов Полесского аграрно-экологического института ежегодно проводит массовые анализы качества заготовленных предприятиями АПК Брестской области консервированных кормов по 42 показателям качества. Статистическая обработка накопленного массива данных позволяет выявлять объективные закономерности и зависимости показателей качества кормов.

В публикации [11] описываются установленные нами модели зависимости НДК от КДК и СК в кукурузном силосе. В данной статье приводятся математические модели зависимости КДК от НДК и СК в силосе и сенажах разного ботанического состава. Суть данных исследований состоит в практическом применении дополнительного метода оценки структурной клетчатки корма. Подобные работы проводились и описаны в публикациях [3, 6, 12, 13].

Материалы и методика исследований. Лабораторные исследования проводились в Отраслевой научно-исследовательской лаборатории качества кормов Полесского аграрно-экологического института НАН Беларуси. Учёт и хранение данных проводилось при помощи компьютерной программы баз данных Access, математическая обработка данных – при помощи программы Excel. Корреляционный анализ проведён на 4-х разных выборках образцов консервированных травяных кормов, заготовленных в предприятиях АПК Брестской области в 2021-2024 гг. Выборка образцов силоса кукурузного насчитывает 2836 образцов, сенажа злакового и злаково-бобового – 2062 образца, сенажа бобового и бобово-злакового – 260 образцов, сенажа из люцерны в моновиде – 79 образцов.

Результаты исследования и их обсуждение. Корреляционная зависимость показателей в кукурузном силосе показана в таблице 1.

Таблица 1 – Корреляционная зависимость показателей в кукурузном силосе

Искомый показатель	Диапазон значений, г		Количество образцов в выборке, шт.	Математическая модель зависимости	Кoeffициент детерминации, R ²	Ошибка аппроксимации (δ)	
	показатель	значения				г	%
КДК	НДК	263–675	2836	$y = 0,0001x^2 + 0,5035x - 3,8274$	0,91	7	3
КДК	СК	149–414		$y = -0,0002x^2 + 1,1697x - 1,0578$	0,87	8	3
СК	КДК	138–398		$y = -0,0004x^2 + 0,9871x - 0,9828$	0,87	7	3

Согласно данным таблицы 1, выявлена статистическая зависимость показателей: КДК от НДК; КДК от СК; СК от КДК в кукурузном силосе. Данная зависимость установлена в выборке образцов, включающей 2836 шт., однородных по ботаническому составу (силос изготовлен из одной культуры – кукурузы).

Установлена достоверная математическая зависимость КДК от НДК в кукурузном силосе. Математическая модель зависимости

представлена полиномиальной кривой, коэффициент детерминации (R^2) 0,91. Ошибка аппроксимации (δ) данной модели зависимости составляет 7 г или 3 % относительно данных, получаемых с использованием БИК-анализа. Данная математическая модель может быть использована при условии, что содержание НДК в кукурузном силосе известно и находится в диапазоне значений 263-675 г/кг СВ.

Установлена достоверная математическая зависимость КДК от СК в кукурузном силосе, которая описывается полиномиальной кривой с коэффициентом детерминации (R^2) 0,87. Ошибка аппроксимации (δ) данной модели составляет 8 г или 3 % к данным, получаемым с использованием метода БИК-анализа. Модель может быть использована при условии известных значений СК, находящихся в диапазоне 149-414 г/кг СВ.

Установлена достоверная математическая зависимость СК от КДК в кукурузном силосе. Модель зависимости описывается полиномиальной кривой, коэффициент детерминации (R^2) 0,87. Ошибка аппроксимации (δ) составляет 7 г или 3 % относительно данных, получаемых стандартной методикой определения СК (ГОСТ 13496.2-91). Модель может применяться при условии, что значение КДК известно и находится в диапазоне 138–398 г/кг СВ. Проведён аналогичный анализ корреляционной зависимости в сенаже, приготовленном из злаковой и злаково-бобовой травосмеси (таблица 2).

Таблица 2 – Корреляционная зависимость показателей в злаковом и злаково-бобовом сенаже

Иско- мый пока- затель	Диапазон значений, г		Коли- чество образ- цов в вы- борке	Математическая модель зависимости	Коэф- фици- ент де- терми- нации, R^2	Ошибка аппрок- симации (δ)	
	показа- тель	зна- чения				г	%
КДК	НДК	301– 763	2062	$y = 0,0008x^2 - 0,4999x + 368,38$	0,47	*	*
КДК	СК	115– 543		$y = -0,0016x^2 + 1,9913x - 108,09$	0,77	14	4
СК	КДК	181– 477		$y = 0,0003x^2 + 0,4966x + 87,039$	0,76	11	4

Как видно из таблицы 2, в отношении корма, приготовленного из злаковой и злаково-бобовой травосмеси, не выявлена сильная математическая зависимость между показателями КДК от НДК. Однако характер расположения точек рассеивания на диаграмме (рисунок 1), указывает на возможное выявление сильной корреляционной зависимости при условии большего накопления массивов данных, либо вычленения

образцов с идентичным ботаническим составом, что является более сложной практически выполнимой задачей.

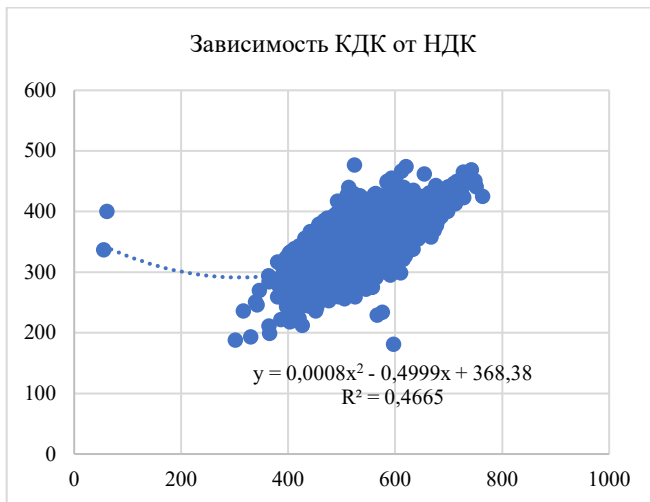


Рисунок 1 – Диаграмма рассеивания в сенаже, приготовленном из злаковых и злаково-бобовых травосмесей (не выявлена достоверная модель зависимости)

Установлены достоверные модели зависимости КДК от СК и СК от КДК в сенажах, приготовленных из злаковых и злаково-бобовых травосмесей.

Модель зависимости КДК от СК описывается полиномиальной кривой с коэффициентом детерминации (R^2) 0,77; ошибка аппроксимации (δ) 14 г или 4 % относительно значений, полученных с метода БИК-анализа. Данная модель может применяться в качестве дополнительного метода определения КДК при условии, что значение СК находится в диапазоне 115–543 г/кг СВ.

Модель зависимости СК от КДК описывается полиномиальной кривой, коэффициент детерминации (R^2) 0,76; ошибка аппроксимации (δ) 11 г или 4 % относительно данных, полученных с применением стандартной методики исследований (ГОСТ 13496.2-91)

Анализ статистической взаимосвязи исследуемых показателей в сенажах, приготовленных из бобовых и бобово-злаковых травосмесей в выборке, насчитывающей 260 образцов также не выявил сильной корреляционной зависимости между показателями : КДК от НДК. Коэффициента детерминации (R^2) равен 0,41 (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляционная зависимость показателей в бобовом и бобово-злаковом сенаже

Иско- мый пока- за- тель	Диапазон значений		Коли- че- ство образ- цов в вы- борке	Математическая модель зависи- мости	Коэффи- циент детерми- нации, R ²	Ошибка аппрок- симации (δ)	
	пока- за- тель	зна- че- ния				г	%
КДК	НДК	313– 748	260	$y = -0,0005x^2 + 0,9163x + 17,149$	0,41	*	*
КДК	СК	167– 419		$y = -0,0011x^2 + 1,7083x - 60,069$	0,77	48	14
СК	КДК	203– 449		$y = 0,0008x^2 + 0,2124x + 128,07$	0,77	35	12

На рисунке 2 представлена диаграмма рассеивания, показывающая, что расположение точек рассеивания указывает на возможное выявление сильной корреляционной зависимости в случае большего накопления данных и более точного учёта и разделения образцов сенажей по ботаническому составу.

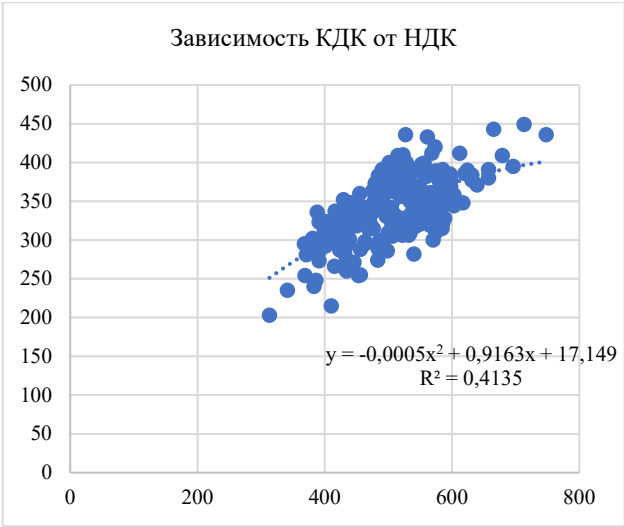


Рисунок 2 – Диаграммы рассеивания в сенаже, приготовленном из бобовых и бобово-злаковых травосмесей (не выявлены достоверные модели зависимости)

Установлена сильная зависимость КДК от СК и СК от КДК в бобовых и бобово-злаковых сенажах. Однако ошибка аппроксимации (δ), составившая 48 г (14 %) и 35 г (12 %) соответственно, указывает на недостаточность выборки и невозможность применения данных моделей зависимости на практике, так как высока вероятность большой погрешности в результатах.

Нами сформирована выборка образцов из числа бобовых сенажей, где достоверно установлено, что бобовым компонентом является люцерна в моновиде. Выборка насчитывает 79 образцов. Проведён аналогичный вышеизложенному методу анализ зависимости показателей. Данные представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Корреляционная зависимость показателей в бобовом сенаже (люцерна в чистом виде)

Искомый показатель	Диапазон значений		Количество образцов в выборке	Математическая модель зависимости	Коэффициент детерминации, R^2	Ошибка аппроксимации (δ)	
	показатель	значения				г	%
КДК	НДК	341–675	79	$y = -0,001x^2 + 1,2833x - 56,051$	0,36	*	*
КДК	СК	167–543		$y = -0,0027x^2 + 2,4908x - 155,71$	0,78	44	13
СК	КДК	235–422		$y = 6E-05x^2 + 0,7694x + 21,793$	0,68	34	12

Представленные данные указывают на отсутствие сильной математической зависимости КДК от НДК корма. Однако следует отметить, что при формировании гораздо меньшей по численности выборки, но однородной по ботаническому составу (сенаж из люцерны), коэффициент детерминации (R^2) находится вполне на сопоставимом уровне с R^2 , полученном в общей выборке бобово-злаковых сенажей. Таким образом, можно сделать вывод о том, что однородность по ботаническому составу образцов, участвующих в анализе, является одним из ключевых условий при формировании выборки образцов для создания математической модели зависимости. При уменьшении выборки на 60 % получены сопоставимые коэффициенты детерминации.

Анализ выявил сильную зависимость показателей КДК от СК и СК от КДК в сенаже из люцерны. Однако ошибка аппроксимации (δ) на уровне соответственно 13 и 12 % указывают на невозможность практического применения данных моделей из-за недостаточности образцов в выборке и вероятность высокой погрешности получаемых результатов.

Заключение. В соответствии с поставленной целью получены следующие результаты. Достоверно установлены статистические модели зависимости КДК от НДК, КДК от СК, СК от КДК и в кукурузном силосе. Анализируемая выборка включает 2836 образцов. Коэффициент детерминации (R^2) для установленных моделей зависимости составляет 0,87–0,92, ошибка аппроксимации (δ) – в диапазоне 2–6 %, что указывает на высокую точность и возможность их использования в практической работе лаборатории в качестве дополнительного метода анализа.

Установлены достоверные модели зависимости КДК от СК и СК от КДК в злаковом и злаково-бобовом сенаже. Анализируемая выборка включает 2062 образца. Коэффициент детерминации (R^2) для установленных моделей зависимости составляет 0,76–0,68, ошибка аппроксимации (δ) составляет 4 %. Модели могут быть использованы в повседневной работе лаборатории в качестве дополнительного метода.

Установлена сильная зависимость КДК от СК и СК от КДК в бобово-злаковых сенажах и сенаже из люцерны. Однако анализ моделей показал невозможность практического применения данных моделей (ошибка аппроксимации (δ) >10 %).

В остальных анализируемых случаях нами не установлена достоверная корреляционная зависимость показателей в сенажах. Тем не менее, характер расположения точек рассеивания на диаграммах указывает на то, что достоверная зависимость не выявлена по причине недостаточной численности выборки и неоднородности кормов по ботаническому составу.

Установлено, что однородность по ботаническому составу образцов, участвующих в анализе, является одним из ключевых условий при формировании выборки образцов для создания математической модели зависимости. При вычленинии однородной по ботаническому составу выборки (сенаж из люцерны) уменьшении выборки на 60 % по сравнению с общей выборкой бобово-злаковых сенажей получены сопоставимые коэффициенты детерминации.

Благодарность. Исследования выполнены в рамках ГПНИ «Природные ресурсы и окружающая среда» на 2021–2025 гг.; подпрограмма 1 «Природные ресурсы и их рациональное использование»; задание № 2 «Оценка загрязнения тяжелыми металлами и иными экотоксикантами почв, вод, биологических объектов природных и природно-техногенных геосистем юго-запада Беларуси и научное обоснование минимизации сопутствующих экологических рисков» в рамках задания «Природные ресурсы и окружающая среда 1.02» «Оценка и оптимальная пространственно-временная организация природных и техногенных подсистем в городах и зонах их влияния для целей устойчивого развития».

Литература

1. Мошкина, С. В. Структурные углеводы в кормлении молочного скота: учебно-методическое пособие / С. В. Мошкина, Н. В. Абрамова, Т. Ю. Колганова. – Орел, 2016. – 56 с.
2. Полноценное кормление высокопродуктивных коров / А. Ф. Карпенко, Н. П. Разумовский, Д. Т. Соболев, А. А. Царенок ; Нац. акад. наук Беларуси, Ин-т радиобиологии. – Минск : Беларуская навука, 2021. – 433 с. – ISBN 978-985-08-2815-6.
3. Ганущенко, О. Клетчатка в рационах жвачных / О. Ганущенко // Животноводство России. – 2019. – № 10. – С. 37-43. – DOI 10.25701/ZZR.2019.72.82.010.
4. Ганущенко, О. Структурность кормосмесей для коров / О. Ганущенко // Животноводство России. – 2019. – № 12. – С. 59-61. – DOI 10.25701/ZZR.2019.59.24.020.
5. Курепин, А. А. Динамика накопления нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки в зелёной массе кукурузы / А. А. Курепин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2021. – Т. 56, ч 1. – С. 235–241.
6. Курепин, А. А. Использование современных методов оценки качества силоса кукурузного с учетом содержания нейтрально- и кислотно-детергентной клетчатки / А. А. Курепин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч 2. – С. 21–29.
7. Попов, В. В. Прорывные новации в оценке качества и питательности кормов / В. В. Попов // Адаптивное кормопроизводство. – 2020. – № 3. – С. 65-76. – DOI 10.33814/AFR-2222-5366-2020-3-65-76.
8. Иванова, Е. П. Фракционный состав клетчатки в оценке качества современных кормов / Е. П. Иванова // Аграрный вестник Приморья. – 2020. – № 3. – С. 17–21.
9. Силос и силосованные корма из кукурузы. Общие технические условия : СТБ 1223-2024. – Введ. 01.02.2025. – Минск : Госстандарт, 2024. – 17 с.
10. Сенаж. Общие технические условия : СТБ 2662-2024. – Введ 01.02.2025. – Минск : Госстандарт, 2024. – 14 с.
11. Пастухова М. А. Взаимосвязь компонентов структурной клетчатки в травяных консервированных кормах / М. А. Пастухова, З. А. Зайцева, Б. В. Шелюто // Вестник Белорусской государственной сельскохозяйственной академии. – 2024. – № 2. – С. 101–107.
12. Рядчиков, В. Г. Основы питания и кормления сельскохозяйственных животных: учебно-практическое пособие / В. Г. Рядчиков. – Краснодар : КубГАУ, 2012. – 328 с.
13. Попов, В. В. Этюды оценки качества кормов и рационов США в России / В. В. Попов // Адаптивное кормопроизводство. – 2021. – № 1. – С. 65–80.

Поступила 28.02.2025 г.

В.Ф. РАДЧИКОВ¹, А.Н. КОТ¹, В.П. ЦАЙ¹, И.С. СЕРЯКОВ²,
И.Б. ИЗМАЙЛОВИЧ², А.Н. САДОМОВ², А.Г. МАРУСИЧ²,
В.И. ПЕТРОВ³, П.В. ЛАМНЕВ³

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В КОРМЛЕНИИ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА РАЗНЫХ ФОРМ КОБАЛЬТА

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

²*Белорусская государственная орденов Октябрьской Революции
и Трудового Красного Знамени сельскохозяйственная академия,
г. Горки, Республика Беларусь*

³*Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь*

Одним из перспективных направлений в современной практике кормления сельскохозяйственных животных является использование органических соединений микроэлементов, которые, благодаря их высокой биодоступности и лёгкой усвояемости, оказывают положительное влияние на качество получаемой продукции, укрепляют иммунную систему и способствуют снижению заболеваемости. Однако поиск оптимальных дозировок и разработка их схем в рационах крупного рогатого скота остаются всегда актуальным предметом исследований. В статье представлены материалы работы, целью которой было изучить эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 12-18 месяцев сернокислого и уксуснокислого кобальта. Установлено, что замена в рационе бычков в возрасте 12-18 месяцев минерального кобальта на уксуснокислый приводит к снижению концентрации летучих жирных кислот в рубце на 6,7 %. Использование концентратов с добавлением органических соединений кобальта способствует повышению среднесуточного прироста живой массы животных опытных на 4,0 %, в результате затраты корма на его получение снизились на 3,6 %.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, рационы, комбикорм, кобальт, гематологические показатели, рубцовое пищеварение, продуктивность

V.F. RADCHIKOV¹, A.N. KOT¹, V.P. TSAI¹, I.S. SERYAKOV²,
I.B. IZMAILOVICH², A.N. SADOMOV², A.G. MARUSICH²,
V.I. PETROV², P.V. LAMNEV³

EFFICIENCY OF USING DIFFERENT FORMS OF COBALT IN FEEDING YOUNG CATTLE

*¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²Belarusian State Agricultural Academy, Gorky, Republic of Belarus

*³Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

One of the promising trends in modern practice of feeding farm animals is the use of organic compounds of micronutrients, which, due to their high bioavailability and digestibility, have a positive effect on the quality of the resulting products, strengthen the immune system and help reduce morbidity. However, the search for optimal dosages and the development of their schemes in cattle diets always remain a topical subject of research. The paper contains the materials of research aimed at studying the effectiveness of using cobalt sulfate and cobalt acetate in feeding young cattle aged 12-18 months. It has been found that the replacement of mineral cobalt with cobalt acetate in the diet of young bulls aged 12-18 months leads to a decrease in the concentration of volatile fatty acids in the rumen by 6.7%. The use of concentrates with the addition of organic compounds of cobalt contributes to an increase in average daily live weight gain of experimental animals by 4.0%, while reducing the feed consumption per unit of gain by 3.6%.

Keywords: young cattle, diets, compound feed, cobalt, hematological indicators, ruminal digestion, productivity.

Введение. Повышение эффективности и объемов производства продукции животноводства приоритетная задача современных сельскохозяйственных предприятий. Ключевым фактором, определяющим до 70 % продуктивности здоровых животных, является качество и сбалансированность кормления [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Наряду с основными питательными веществами, важное значение имеют минеральные вещества и витамины [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15]. Дефицит этих элементов в рационе неизбежно приводит к снижению продуктивности и возникновению эндемических заболеваний. Следовательно, обеспечение животных полноценным, сбалансированным по минеральному составу и витаминам рационом является необходимым условием для достижения высоких результатов в животноводстве.

Скорость отложения питательных веществ и накопления белка, жира и других компонентов в тканях определяется интенсивностью и направленностью метаболических процессов. Эти процессы протекают

согласованно и взаимосвязано, благодаря участию ферментов (специфических белков), активность которых регулируется гормонами, минеральными веществами и витаминами [16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23].

Одним из перспективных направлений в современной практике кормления сельскохозяйственных животных является использование органических соединений микроэлементов, преимущество которых заключается в их высокой биодоступности и лёгкой усвояемости, что обеспечивает оптимальную поддержку здоровья и продуктивности животных [24, 25, 26]. Исследования демонстрируют положительное влияние органических соединений микроэлементов на качество продукции (молока и мяса), укрепление иммунной системы и снижение заболеваемости. Несмотря на это, оптимальные дозировки и схемы применения органических микроэлементов в рационах крупного рогатого скота остаются предметом дальнейших исследований [27, 28, 29].

Цель работы – изучить эффективность использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 12-18 месяцев сернокислого и уксуснокислого кобальта.

Материал и методика исследований. Исследования проведены в физиологическом корпусе РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и ГП «Жодино-АгроПлемЭлита» на 2-х группах молодняка крупного рогатого скота, подобранных методом пар-аналогов в возрасте 12-18 месяцев с учётом живой массы, возраста, упитанности и продуктивности (таблица 1).

Таблица 1 – Схема опыта

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Условия кормления
I контрольная	3	30	ОР (травяные корма + комбикорм) + сернокислый кобальт (1 мг/кг комбикорма)
II опытная	3	30	ОР + уксуснокислый кобальт (1 мг/кг комбикорма)

Различия в кормлении заключались в том, что в контрольной группе в составе концентрированных кормов животным контрольной группы скармливали соль сернокислого кобальта, а опытной – уксуснокислого. Соли кобальта вводились из расчета 1 мг на 1 кг концентратов.

Интенсивность процессов рубцового пищеварения у бычков изучена путём отбора проб жидкой части содержимого рубца через фистулу спустя 2-2,5 часа после утреннего кормления.

Кровь для анализа, взятую через 3-3,5 часа после кормления, исследовали в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических

анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству». Биохимические показатели крови определяли с помощью биохимического анализатора Accent 200, морфологические – на анализаторе URIT-3000Vet Plus.

В опыте также определялись следующие показатели: поедаемость кормов; интенсивность роста, среднесуточный прирост животных; эффективность использования кормов.

Содержание кобальта в кормах определялось в испытательной лаборатории отдела биохимии и биотехнологии РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по земледелию».

Статистическая обработка результатов анализа проведена с учётом критерия достоверности по Стьюденту.

Результаты исследований и их обсуждение. Рацион животных состоял из смеси кукурузного силоса и разнотравного сенажа в соотношении (50:50 %) и комбикорма (таблица 1).

Таблица 1 – Среднесуточный рацион подопытных бычков по фактически съеденным кормам

Корма и питательные вещества	Группа	
	I	II
Силосно-сенажная смесь, кг	16,2	16,4
Комбикорм, кг	2,0	2,0
В рационе содержится:		
Корм. ед.	8,25	8,32
Обменная энергия, МДж	88,0	88,8
Сухое вещество, кг	8,14	8,21
Сырой протеин, г	1102	1111
Сырой жир, г	216	218
Сырая клетчатка, г	1488	1505
БЭВ, г	4821	4866
Кальций, г	63,8	64,4
Фосфор, г	29,8	30,0
Магний, г	15,4	15,6
Калий, г	114	116
Сера, г	11,3	11,5
Железо, мг	2840	2868
Медь, мг	69,2	69,7
Цинк, мг	320	322
Марганец, мг	558	563
Кобальт, мг	8,23	8,28
Йод, мг	3,22	3,24

По основным показателям рацион соответствовал общепринятым нормам кормления. Потребление сухого вещества составило 8,1-8,2 кг

на 1 голову в сутки. В 1 кг сухого вещества содержалось 1,0 кормовая единица. Концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества составляла 10,8 МДж. В одном килограмме сухого вещества рациона содержалось 135 г протеина. Соотношение кальция к фосфору равнялось 2:1.

Исследования показали, что величина рН содержимого рубца во всех вариантах кормления была слабокислой и находилась на уровне 6,3 (таблица 2). Концентрация ЛЖК в опытной группе снизилась на 6,7 % и составила 11,2 ммоль/100 мл. При скармливании различных комбикормов содержание азотистых фракций в рубцовой жидкости существенным изменениям не подвергалось и находилось в пределах физиологических норм.

Таблица 2 – Показатели рубцового пищеварения

Показатель	Группа	
	I	II
рН	6,3±0,11	6,32±0,12
ЛЖК, ммоль/100 мл	12,0±0,66	11,2±0,92
Аммиак, мг/100 мл	20,73±1,11	20,63±0,71
Азот общий, мг/100 мл	132,3±2,60	134,9±1,04

Изучение показателей крови имеет большое значение в оценке полноценности питания и продуктивных качеств животных, поскольку позволяет определить физиологическое состояние, направленность и динамику обменных процессов в организме. Для получения более полной и точной информации о процессах, происходящих в организме животных, были проведены исследования биохимического состава крови (таблица 3).

Таблица 3 – Гематологические показатели подопытных бычков

Показатель	Группа	
	I	II
Эритроциты, 10^{12} /л	6,57±0,1	6,63±0,25
Гемоглобин, г/л	109,2±1,73	110±2,08
Общий, белок, г/л	75,0±2,58	76,4±2,42
Глюкоза, ммоль/л	2,55±0,08	2,51±0,08
Мочевина, ммоль/л	3,64±0,17	3,74±0,15
Кальций общий, ммоль/л	2,74±0,11	2,84±0,11
Фосфор неорганический, ммоль/л	1,66±0,04	1,6±0,04

У животных опытных групп отмечена тенденция увеличения уровня общего белка, сахара на 1,9 %, мочевины – на 2,7 и кальция – на 3,6 % по сравнению с контрольной группой. В то же время наблюдалось

снижение концентрации глюкозы на 1,6 % и фосфора на 3,6 %.

Как показали исследования, скормливание бычкам опытной группы уксуснокислого кобальта оказало положительное влияние на интенсивность их роста и позволило повысить среднесуточные приросты живой массы с 855 до 889 г или на 4,0 % (таблица 4).

Таблица 4 – Среднесуточные приросты живой массы бычков

Показатель	Группа	
	I	II
Живая масса, кг:		
в начале опыта	314,0±3,2	317,7±2,0
в конце опыта	339,7±3,9	344,3±1,20
Валовой прирост, кг	25,7±0,7	26,7±0,90
Среднесуточный прирост, г	855±22,3	889±29,40
% к контролю	100	104,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	9,65	9,36
% к контролю	100,0	96,4

В результате увеличения продуктивности в опытной группе затраты кормов снизились на 3,6 % и составили 9,36 к. ед., в то время как в контрольной группе этот показатель составил 9,65 к. ед.

Заключение. Установлено, что замена в рационе бычков в возрасте 12-18 месяцев минерального кобальта на уксуснокислый приводит к незначительному снижению концентрации ЛЖК в рубце (на 6,7 %). Использование концентратов с добавлением органических соединений кобальта способствует повышению среднесуточного прироста живой массы животных опытных на 4,0 %, в результате затраты корма на его получение снизились на 3,6 процентов.

Литература

1. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глиникова, М. В. Джумкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, Т. В. Медведская, А. Г. Марусич, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 18-26.
2. Эффективность скормливания молодняку крупного рогатого скота белково-витаминно-минеральных добавок / А. М. Глиникова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, В. М. Будько, Л. А. Возмитель, Д. В. Медведева // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 57-63.
3. 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. / БГСХА ; редкол. : В. В. Великанов (гл. ред.) [и др.]. – Горки, 2022. – Вып. 25, ч. 1. – С. 224-231.

4. Эффективность скормливания молочного сахара в составе заменителей цельного молока для телят / Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалева, Е. И. Приловская, С. А. Ярошевич, И. В. Богданович, Т. Н. Натянчик, А. Н. Шевцов, В. М. Будько, С. Н. Пиллюк, С. Н. Разумовский // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2019. – Т. 54, ч. 2. – С. 75-82.

5. Выращивание телят с использованием местных источников белкового и энергетического сырья / В. К. Гурин, Г. Н. Радчикова, В. В. Карелин, Л. А. Возмитель, В. В. Букас, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2013. – Т. 48, ч. 1. – С. 256-267.

6. Совершенствование рационов нетелей в летний и зимний периоды / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, А. М. Глинкова, Д. В. Медведева, В. О. Лемешевский // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 222-227.

7. Зависимость расщепляемости протеина комбикормов в рубце молодняка крупного рогатого скота от включения в рацион разных азотистых веществ небелковой природы / Г. В. Бесараб, В. П. Цай, Д. В. Медведева, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, Л. А. Возмитель, В. В. Букас, В. Н. Карабанова // Развитие современных систем земледелия и животноводства, обеспечивающих экологическую безопасность окружающей среды : материалы Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 110-летию Пермского НИИСХ, Пермь, 05-07 июля 2023 года / Пермский НИИСХ. – Пермь, 2023. – С. 415-420.

8. Влияние скормливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложеникина, Г. Н. Радчикова, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова, М. В. Джумкова, В. А. Ляндышев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 11-18.

9. Физиологическое состояние и переваримость питательных веществ при скормливании молодняку крупного рогатого скота солода пивоваренного / Е. Е. Парханович, В. П. Цай, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Д. В. Медведева, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24–25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Белорусская наука, 2024. – С. 152-155.

10. Кормовые добавки из зерна высокобелковых культур в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, М. И. Сложеникина, Н. И. Мосолова, П. В. Скрипин, А. В. Козликин, Н. А. Святогоров, М. В. Джумкова, А. В. Астренков, Т. М. Натянчик, Е. И. Приловская // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24–25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Белорусская наука, 2024. – С. 195-198.

11. Использование разных количеств лактозы в рационах молодняка крупного рогатого скота / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, Г. В. Бесараб, Е. И. Приловская // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы III международной научно-практической конф., Красноярск, 16-17 мая 2019 г. / Красноярский НИИЖ. – Красноярск, 2019. – С. 278-282.

12. Нормирование лактозы в рационах телят в возрасте 30-60 дней / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, В. А. Томчук, В. А. Троковз, В. И. Карповский, В. В. Данчук, М. М. Брошков, В. Н. Куртина, Т. М. Натянчик, Е. И. Приловская // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по

животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2019. – С. 298-302.

13. Качество силоса, заготовленного с консервантами «Кормоплюс» и влияние скармливания его на переваримость питательных веществ у бычков / А. М. Глинкова, А. Н. Шевцов, С. Л. Шинкарёва, Н. А. Шарейко, Д. В. Медведева // Вклад аграрных учёных в реализацию десятилетия науки и технологии в Российской Федерации : сб. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., Курган, 12-13 апр. 2023 г. / Курганский ГУ. – Курган, 2023. – С. 21-24.

14. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пилюк, М. В. Джумкова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, Н. И. Мосолова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, С. А. Коваленко, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2. – С. 44-54. – DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-44-54.

15. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, С. Н. Пилюк, Л. Н. Гамко // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 235-239.

16. Повышение эффективности использования протеина в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсалёва, Д. М. Богданович, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, Н. Н. Мороз, В. А. Люндышев // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, Брянск, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 266-271.

17. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев от скармливания экструдированных высокобелковых концентрированных кормов / А. Н. Кот, Н. И. Мосолова, Г. В. Бесараб, А. М. Антонович, Е. А. Долженкова, Т. Л. Сапсалёва, Г. Н. Радчикова, А. В. Жалнеровская, А. В. Астренков, Е. И. Приловская // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч. 2. – С. 3-13.

18. Влияние скармливания кормовых добавок с включением разных источников протеина на физиологическое состояние и продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Г. В. Бесараб, И. В. Богданович, Д. В. Медведева, О. Ф. Ганущенко // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 172-177.

19. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота разных сапропелей / В. П. Цай, С. Н. Пилюк, Д. В. Медведева, А. Я. Райхман, А. Г. Марусич // Современные достижения и актуальные проблемы животноводства : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию биотехнологического факультета и кафедр генетики и разведения сельскохозяйственных животных, технологии производства продукции и механизации животноводства, кормления сельскохозяйственных животных, Витебск, 12-13 окт. 2023 г. / ВГАВМ. – Витебск, 2023. – С. 271-275.

20. Откорм бычков с использованием кормовой добавки «ИПАН» / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, И. А. Петрова, С. Н. Пилюк // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2019. – С. 363-367.

21. Влияние скармливания кормовых добавок с включением синтетических азотсодержащих веществ на продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, Л. А. Возмитель, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина, В. А. Голубицкий // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 05 дек. 2019 г. / Томский СХИ. – Томск : Золотой колос, 2019. – С. 248-251.

22. Влияние соотношения фракций протеина в заменителе цельного молока на эффективность выращивания телят / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсальёва, М. В. Джумкова, Е. А. Лёвкин // Достижения и актуальные вопросы современной гигиены животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию юбилею кафедры гигиены животных им. проф. В.А. Медведского, Витебск, 02 нояб. 2023 г. / ВГАВМ. – Витебск, 2023. – С. 62-67.

23. Протеин – важный компонент заменителей цельного молока для телят / Г. Н. Радчикова, А. Н. Кот, Н. А. Шарейко, О. Ф. Ганущенко, Л. А. Возмитель, В. В. Букас, И. В. Сучкова, В. Н. Куртина // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 17–18 мая 2018 г. / Красноярский НИИЖ. – Красноярск, 2018. – С. 194-198.

24. Использование добавки «Бевитал» в кормлении коров / Г. Н. Радчикова, Н. В. Кириченко, Л. А. Возмитель, Д. В. Гурина, В. В. Карелин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2009. – Т. 44, ч. 2. – С. 182-189.

25. Кормовые добавки в рационах молодняка крупного рогатого скота / А. М. Глинкова, Д. М. Богданович, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, В. В. Букас // Инновационное развитие продуктивного и непродуктивного животноводства : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 26-27 мая 2022 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2022. – С. 258-262.

26. Гумат натрия в рационах молодняка крупного рогатого скота / Г. Н. Радчикова, В. П. Цай, А. Н. Кот, В. И. Акулич, Л. А. Возмитель, В. В., Букас, В. В. Карелин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2014. – Т. 49, ч. 2. – С. 170-179.

27. Влияние минеральных добавок из местных источников сырья на эффективность выращивания молодняка крупного рогатого скота / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, С. И. Сергучёв, С. И. Пентилюк, В. В. Карелин // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2010. – Т. 46, вып. 1, ч. 2. – С. 157-160.

28. Влияние скармливания БВМД с рапсом и люпином на использование корма и продуктивность ремонтных тёлочек / Т. Л. Сапсальёва, Г. Н. Радчикова, А. Н. Шевцов, С. Л. Шинкарёва, Д. В. Медведева, Е. А. Долженкова, Е. А. Лёвкин, А. А. Мосолов // Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса : сб. материалов Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти акад. РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН», Солёное Займище, 10–12 авг. 2021 г. / ПАФНЦ РАН. – Солёное Займище, 2021. – С. 1463-1468.

29. Балансирование рационов коров по минеральным веществам дефекатом / Е. О. Гливанский, Г. Н. Радчикова, Д. В. Медведева, С. Н. Пиллюк, М. В. Джумкова, И. В. Богданович // Модернизация аграрного образования : сб. науч. тр. по материалам VII Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 14 дек. 2021 г. / НГАУ. – Томск-Новосибирск : Золотой колос, 2021. – С. 948-951.

Поступила 24.03.2025 г.

Г.Н. РАДЧИКОВА¹, В.П. ЦАЙ¹, И.В. БОГДАНОВИЧ¹, Б.К. САЛАЕВ²,
А.К. НАТЫРОВ², Б.С. УБУШАЕВ², Н.Н. МОРОЗ², А.В.УБУШИЕВА²,
В.С. УБУШИЕВА², Н.А. ШАРЕЙКО³, О.Ф. ГАНУЩЕНКО³

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПРИ СКАРМЛИВАНИИ ГОРОХА

*¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

*²Калмыцкий государственный университет имени Б.Б. Городовикова,
г. Элиста, Россия*

*³Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия
ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь*

В последние годы в Республике Беларусь возрастает интерес к использованию разнообразных кормов и добавок, способных значительно воздействовать на метаболизм и продуктивность животных. Одним из таких кормов является горох, отличающийся богатым содержанием белков, витаминов и минералов. Производство этой культуры растёт с каждым годом и её качество улучшается. Это открывает новые возможности для увеличения его использования в составе комбикормов для молодняка крупного рогатого скота. В статье отражены результаты научной работы, направленной на изучение особенностей обмена веществ и продуктивности молодняка крупного рогатого скота при скармливании различных доз гороха. В ходе исследования рассмотрены как количественные, так и качественные изменения в организме животных, проведён анализ их продуктивных показателей. Установлено, что скармливание молотого зерна гороха в количестве 15 и 20 % от массы комбикорма в кормлении молодняка крупного рогатого скота в возрасте 10-75 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, интенсивность протекания обменных процессов в организме, способствует повышению интенсивности роста животных, при снижении себестоимости продукции. Это позволяет сделать выводы о целесообразности использования гороха в рационе кормления.

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, молотое зерно гороха, комбикорма, рационы, кровь, продуктивность, эффективность

G.N. RADCHIKOVA¹, V.P. TSAI¹, I.V. BOGDANOVICH¹,
B.K. SALAEV², A.K. NATYROV², B.S. UBUSHAEV², N.N. MOROZ²,
A.V. UBUSHIEVA², V.S. UBUSHIEVA², N.A. SHAREYKO³,
O.F. GANUSCHENKO³

METABOLISM AND PRODUCTIVITY OF YOUNG CATTLE FED OF PEAS

*¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²Kalmyk State University Elista, Russia

*³Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine,
Vitebsk, Republic of Belarus*

In recent years, there has been an increasing interest in the Republic of Belarus in the use of various feeds and additives that can significantly affect the metabolism and productivity of animals. One of such feeds is peas, characterized by a rich content of proteins, vitamins and minerals. Production of this crop is growing every year and its quality is improving. This opens up new opportunities for increasing its use in compound feeds for young cattle. The paper contains the results of research aimed at studying the features of metabolism and productivity of young cattle fed different doses of peas. In the course of the research, both quantitative and qualitative changes in the organism of animals were considered, their productivity indicators were analyzed. It was found that the inclusion of ground pea grain in the amount of 15 and 20% by weight of compound feed in the diet of young cattle at the age of 10-75 days had a positive effect on feed intake and intensity of metabolic processes in the body, increased the intensity of animal growth, while reducing the cost of production. This allows us to draw conclusions about the feasibility of using peas in the diet.

Keywords: young cattle, ground pea grain, compound feed, diets, blood, productivity, efficiency.

Введение. Важнейшей проблемой была и остаётся проблема обеспечения потребности животноводства в высокобелковых кормах. К сожалению, даже при максимально возможном вводе в состав комбикормов рапсового жмыха и шрота невозможно покрыть дефицит незаменимых аминокислот без зерна бобовых культур [1, 2, 3, 4]. При этом следует иметь в виду, что доступность для усвоения аминокислот рапсовых кормов ниже, чем у зерна бобовых. Обеспечение животноводства высокобелковыми кормами является одной из приоритетных задач, от решения которой зависит конкурентоспособность получения качественной сельскохозяйственной продукции, рост продуктивности и снижение производственного выбытия поголовья [5, 6, 7, 8, 9, 10]. Для обеспечения потребностей сельскохозяйственного производства ежегодно на территорию Республики Беларусь ввезено более 800 тыс. тонн

высокобелковых кормов, в частности соевого и подсолнечного шрота, которым необходимо покрыть дефицит зерна бобовых [11, 12].

Продуктивность молодняка крупного рогатого скота является ключевым аспектом в животноводстве, определяющим не только рост и развитие животных, но и экономическую эффективность мясного и молочного производства. В последние годы особое внимание уделяется использованию различных видов кормов и добавок, которые могут существенно повлиять на обмен веществ и продуктивные показатели [13, 14, 15, 16, 17]. Одним из таких кормов является горох, обладающий высокими питательными свойствами и богатым составом белков, витаминов и минералов. Производство зерна гороха с каждым годом в Республике Беларусь увеличивается и качественные показатели его повышаются. В связи с этим появляется возможность существенно увеличить нормы ввода бобовых культур в состав комбикормов для выращивания и откорма молодняка крупного рогатого скота [18, 19, 20, 21, 22, 23].

Изучение влияния различных доз гороха на обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота позволяет выявить оптимальные условия кормления, способствующие не только максимальному росту и развитию животных, но и улучшению их здоровья и воспроизводительных показателей. Это и стало целью нашей работы.

Материал и методика исследований. Научно-хозяйственный опыт проведён на телятах в возрасте 10-75 дней. По принципу пар-аналогов сформировано четыре группы клинически здоровых животных по 10 голов в каждой средней живой массой 43,0-44,7 кг. Различия в кормлении заключались в том, что телята контрольной группы получали рацион, а их аналоги из II, III и IV опытных групп – комбикорм КР-1 с вводом 10 %, 15 и 20 % молотого зерна гороха по массе.

В ходе исследований использованы зоотехнические, биохимические и математические методы анализа и изучены следующие показатели: химический состав кормов – путём исследования их образцов с определением первоначальной, гигроскопической и общей влаги; поедаемость кормов – при проведении контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных дня путём взвешивания заданных кормов и несъеденных остатков; контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов – путём взятия крови у телят из яремной вены через 2,5-3 часа после утреннего кормления в конце опытов и исследования её показателей; морфологический состав – эритроциты и их индексы, лейкоциты, тромбоциты и гемоглобин с использованием автоматического анализатора URIT300Vet plus (в цельной крови); биохимический состав сыворотки крови: общий белок, мочевины, глюкозы, общего кальция, фосфора неорганического – на биохимическом анализаторе ACCENT 200;

интенсивность роста телят – путём индивидуального их взвешивания в начале и в конце опыта; экономическая эффективность – определением по следующим показателям: себестоимость продукции и затраты кормов на производство продукции.

Цифровые материалы проведённых исследований обработаны методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту с использованием программного пакета Microsoft Office Excel 2019.

Результаты исследований и их обсуждение. В результате анализа химического состава комбикормов установлено изменение их питательности, что связано с увеличением ввода в его состав молотого зерна гороха и снижением ввода остальных белковых и зерновых компонентов, однако все опытные комбикорма обладали высокой энергетической питательностью.

Ввод молотого зерна гороха в количестве 10 %, 15 и 20 % в состав комбикорма КР-1 для телят в возрасте 10-75 дней способствовало повышению его питательности, энергетической ценности и ряда других показателей.

При изучении влияния скармливания опытных комбикормов с вводом молотого зерна гороха установлена наиболее высокая поедаемость комбикормов с включением молотого зерна гороха в количестве 10 %, 15 и 20 % по массе (таблица 1).

Таблица 1 – Среднесуточный рацион телят (по фактически съеденным кормам)

Корма и питательные вещества	Группа							
	I		II		III		IV	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Молоко цельное	6,0	67,2	6,0	64,5	6,0	63,1	6,0	62,1
Комбикорм КР-1	0,63	28,5	0,70	30,7	0,74	31,5	0,77	32,2
Сено злаковое	0,27	4,3	0,32	4,8	0,35	5,4	0,37	5,7
В 1 кг рациона содержится:								
Кормовых единиц	2,61		2,72		2,77		2,82	
Обменной энергии, МДж	23,4		24,4		25,1		25,4	
Сухого вещества, кг	1,61		1,71		1,77		1,82	
Сырого протеина, г	368,7		381,0		394,1		403,8	
Переваримого протеина, г	306,7		314,7		322,8		328,3	
Сырого жира, г	236,6		243,5		245,4		245,8	
Сырой клетчатки, г	83,5		96,9		106,1		112,4	
Крахмала, г	199,0		235,2		249,7		258,1	
Сахара, г	317,1		329,1		332,3		336,0	
Кальция, г	12,6		13,0		13,2		13,4	
Фосфора, г	9,6		9,8		10,0		10,1	

За период исследований молодняк получал: цельное молоко, комбикорм КР-1, сено злаковое.

В суточных рационах телят подопытных групп содержалось 2,59-2,82 к. ед. В сухом веществе содержалось 1,55-1,61 к. ед., 14,0-14,5 МДж ОЭ, с кормами животные подопытных групп потребили 12,9-13,1 г переваримого протеина в расчёте на 1 МДж обменной энергии.

Потребление сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 14,7 % в контрольном рационе и 14,2 %, 13,9 и 13,5 % – II, III и IV опытных, сахара во всех группах –18,5-19,7 %, отношение кальция к фосфору находилось на уровне 1,31-1,33:1.

На основании результатов исследований установлено, что насыщенность эритроцитов крови дыхательным пигментом – гемоглобином у опытного молодняка II, III и IV групп оказалась выше контрольных аналогов на 6,4-8,0 %, что свидетельствует об усилении обменных процессов в организме (таблица 2).

Таблица 2 – Морфо-биохимический состав крови телят в возрасте 70 дней

Показатель	Группа животных			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,24±0,77	5,58±0,66	5,61±0,13	5,66±0,23
Гемоглобин, г/л	99,8±9,5	104,0±5,2	105,3±2,0	100,3±3,8
Лейкоциты, $10^9/л$	9,67±0,28	9,63±0,20	9,60±0,29	9,73±0,20
Общий белок, г/л	76,7±5,2	78,7±1,2	78,8±1,1	79,7±1,9
Глюкоза, ммоль/л	5,1±0,2	5,1±0,1	5,2±0,3	5,3±0,4
Мочевина, ммоль/л	3,59±0,25	3,57±0,18	3,56±0,10	3,58±0,20
Тромбоциты, $10^9/л$	365,8±24,8	366,1±15,5	366,4±3,8	365,7±21,2
Гематокрит, %	36,9±3,1	37,3±1,8	37,9±1,3	38,7 ±1,3
Кальций, ммоль/л	2,62±0,19	2,61±0,14	2,63±0,21	2,61±0,09
Фосфор, ммоль/л	2,18±0,13	2,21±0,10	2,22±0,11	2,19±0,13

Использование в рационах телят комбикормов с молотым зерном гороха привело к незначительному снижению концентрации лейкоцитов в крови опытного молодняка в сравнении с контрольными аналогами. В ходе исследований отмечен рост содержания общего белка в крови молодняка II, III и IV опытных групп на 2,6-3,9 %.

Глюкоза – основной источник энергии для организма. В крови молодняка III и IV опытных групп концентрация её возросла на 2,0 и 3,9 % соответственно по отношению к I контрольной группе.

Одним из основных показателей выращивания телят является живая масса и скорость их роста (таблица 3).

Таблица 3 – Изменение живой массы и среднесуточный прирост телят

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	44,7±2,7	43,6±1,5	43,8±2,4	43,0 ±2,1
в конце опыта	95,3±6,7	96,2±3,2	97,5±4,1	97,6±5,2
Валовой прирост, кг	50,6±4,3	52,6±2,4	53,6±2,3	54,6±3,0
Среднесуточный прирост, г	778,0±65,4	810,0±36,6	825,0±35*	840,0±45,8*
% к контролю	100,0	104,1	106,0	108,0
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	3,35	3,36	3,36	3,36
% к контролю	100	100,3	100,3	100,3

Примечание: * P<0,05.

По результатам взвешивания установлено, что среднесуточный прирост живой массы подопытных телят оказался различным и составил 778-840 г. Наибольшей энергией роста обладали животные, потреблявшие молотое зерно гороха в количестве 15 и 20 % от массы комбикорма (III и IV опытные группы). Так, скормливание молодняку IV опытной группы комбикорма с включением 20 % молотого зерна гороха позволило получить более высокий среднесуточный прирост в количестве 840 г или выше по отношению к контрольному значению на 8,0 % (P<0,05). При скормливании телятам комбикорма с включением 10 % молотого зерна гороха (II опытная группа) наблюдалось повышение приростов живой массы на 4,1 % к контрольным животным.

Скормливание молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10-75 дней комбикормов с вводом 10 %, 15 и 20 % молотого зерна гороха по массе в составе комбикорма привело к снижению себестоимости прироста на 2,9-4,9 %.

Закключение. Установлено, что скормливание молотого зерна гороха в количестве 15 и 20 % от массы комбикорма молодняку крупного рогатого скота в возрасте 10-75 дней оказывает положительное влияние на поедаемость кормов, интенсивность протекания обменных процессов в организме, способствует повышению интенсивности роста животных, при снижении себестоимости продукции.

Скормливание комбикорма с включением молотого зерна гороха в количестве 10 %, 15 и 20 % телятам в возрасте 10-75 дней способствует повышению концентрации в крови эритроцитов на 6,4-8,0 %, глюкозы – на 2,0-3,9 %, общего белка – на 2,6-3,9 %, среднесуточного прироста живой массы – на 4,1-8,0 % при снижении себестоимости прироста на 2,9-4,9 %.

Литература

1. Попков, Н. А. К стратегии развития комбикормовой отрасли Беларуси / Н. А. Попков, В. М. Голушко, А. И. Козинец // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству : редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2020. – Т. 55, ч. 1. – С. 3-16.
2. Шевхужев, А. Ф. Особенности роста бычков симментальской породы при разных технологиях выращивания / А. Ф. Шевхужев, В. А. Погодаев, М. И. Турянская // Аграрный научный журнал. – 2024. – № 6. – С. 82-87. – DOI 10.28983/asj.y2024i6pp82-87.
2. Ляондышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Ляондышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. № 6(94). – С. 13-15.
3. Влияние соотношения фракций протеина в заменителе цельного молока на эффективность выращивания телят / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсалёва, М. В. Джумкова, В. А. Лёвкин // Достижения и актуальные вопросы современной гигиены животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию юбилею кафедры гигиены животных им. проф. В.А. Медведского, Витебск, 02 нояб. 2023 г. / ВГАВМ. – Витебск : УО ВГАВМ, 2023. – С. 62-67.
4. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова, М. В. Джумкова, В. А. Ляондышев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству : редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 11-18.
5. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, Т. В. Медведская, А. Г. Марусич, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству : редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 18-26.
6. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. - № 3. – С. 80-86.
7. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Ин-т животноводства НАН Беларуси : редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2002. – Т. 37. – С. 173-176.
8. Влияние скармливания кормовых добавок с включением синтетических азотсодержащих веществ на продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, Л. А. Возмитель [и др.] // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф., Томск, 05 дек. 2019 г. / Томский СХИ. – Томск : Золотой колос, 2019. – С. 248-251.
9. Откорм бычков с использованием кормовой добавки «ИПАН» / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова [и др.] // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино : Белорусская наука, 2019. – С. 363-367.
10. 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 ; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь, Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Жодино, 2021. – 21 с.
11. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсалёва, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, О. Ф. Ганущенко, В. Г. Миклулёнок // Инновации в отрасли животноводства и

ветеринарии : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуженного деятеля науки РФ, д-ра с.-х. наук, проф. Гамко Леонида Никифоровича, 15-16 апр. 2021 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2021. – Ч. 1. – С. 263-271.

12. 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.

13. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пиллук [и др.] // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2. – С. 44-54. – DOI 10.47612/0134-9732-2022-57-2-44-54.

14. Радчиков, В. Ф. Развитие животноводства – гарантия продовольственной безопасности республики Беларусь / В. Ф. Радчиков // Научные основы создания и реализации современных технологий здоровьесбережения : материалы XI междунар. науч.-практ. конф., Ростов-на-Дону, 29 нояб. 2024 г. / Ростовский ГМУ. Поволжский НИИММП. – Ростов-на-Дону, Волгоград: СФЕРА, 2024. – С. 325-329.

15. Физиологическое состояние и переваримость питательных веществ при скармливании молодняку крупного рогатого скота солода пивоваренного / Е. Е. Парханович, В. П. Цай, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Д. В. Медведева, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А.А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 152-155.

16. Сушёная 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, 18 мая 2018 г. / ГГАУ. – Гродно, 2018. – С. 161-163.

17. Комбикорма с разным вводом молочного сахара в кормлении телят / В. Ф. Радчиков, Т. Л. Спалсёва, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова // Современное животноводство и инновации в технологии производства продуктов питания, аспекты экологической, производственной и гигиенической безопасности : материалы междунар. науч.-практ. конф., Персиановский, 22 нояб. 2024 г. / Докской ГАУ. – Персиановский, 2024. – С. 44-49.

18. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия : методические рекомендации / 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, В. Н. Пиллук. – Жодино, 2015. – 92 с. – ISBN 978-985-6895-21-3.

19. Комбикорм КР-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарёва, В. К. Гурин, О.Ф. Ганущенко, С.А. Ярошевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 114-123.

20. Микулёнок, В. Г. Технология конструирования и изготовления комбикормов, БВМД и премиксов для крупного рогатого скота / В. Г. Микулёнок, М. М. Карпеня, А. М. Карпеня ; ВГАВМ. – Витебск, 2022. – 192 с. – ISBN 978-985-591-153-2.

21. Кормовые добавки из зерна высокобелковых культур в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Спалсёва, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова, П. В. Скрипин, А. В. Козликин, Н. А. Святогоров, М. В. Джумкова, А. В. Астренков, Т. М. Натянчик, Е. Н. Приловская // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х.

наук, проф. А.А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 195-198.

22. Влияние скармливания молодняку крупного рогатого скота кормов с разной расщепляемостью протеина на физиологическое состояние и переваримость питательных веществ кормов / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова, А. В. Астренков, А. Г. Менякина // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 155-160.

23. 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. тр. / ГГАУ ; редкол. : В. К. Пестис (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2014. – Т. 26. – С. 246- 257.

Поступила 24.03.2025 г.

УДК 636.2.087.26:[665.117:633.52]

Т.Л. САПСАЛЁВА¹, Н.В. ПИЛЮК¹, М.В. ДЖУМКОВА¹,
И.А. ГОЛУБ², М.Е. МАСЛИНСКАЯ², М.И. СЛОЖЕНКИНА³,
Н.И. МОСОЛОВА³, В.В. ЧЕКРЫШЕВА⁴, А.Е. СВЯТОГОРОВА⁴,
В.В. БУКАС⁵, А.М. СИНЦЕРОВА⁵

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОРМА ПРИ ВКЛЮЧЕНИИ В РАЦИОН МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ЖМЫХА ИЗ СЕМЯН ЛЬНА-ДОЛГУНЦА

¹*Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

²*Институт льна, а.г. Устье, Республика Беларусь*

³*Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции, г. Волгоград, Россия*

⁴*Северо-Кавказский зональный научно-исследовательский
ветеринарный институт – филиал ФГБНУ «Федеральный Ростовский
аграрный центр», г. Новочеркасск, Россия*

⁵*Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия
ветеринарной медицины, г. Витебск, Республика Беларусь*

Полноценное кормление, обеспечивающее животных необходимым количеством и соотношением протеина и энергии, является одним из ключевых факторов для достижения максимального выхода продукции с минимальными затратами на её производство. Чтобы правильно и наиболее точно сбалансировать рационы по питательным веществам, необходимо использовать разнообразные ингредиенты, включая дорогие импортные продукты, например, подсолнечный и соевый шроты. В связи с этим необходимо искать альтернативные, более доступные источники белка, в частности льняной жмых, который содержит

комплекс важных органических веществ и незаменимых аминокислот и обладает высокой пищевой ценностью. В статье представлены материалы работы, целью которой было изучить влияние скармливания молодняку крупного рогатого скота жмыха из семян льна-долгунца на обменные процессы в организме и эффективность использования корма. Исследования показали, что скармливание опытных комбикормов с включением жмыха льна-долгунца в количестве 15 %, 20 и 25 % по массе при полной замене шрота подсолнечного позволило получить среднесуточные приросты живой массы молодняка на уровне 926 г, 994 и 1021 г (964 г в контроле). Включение 15% жмыха льна-долгунца от массы комбикорма способствует снижению прироста животных на 3,9 % (926 г) по отношению к контрольному значению (964 г).

Ключевые слова: молодняк крупного рогатого скота, комбикорма, рационы, жмых льна-долгунца, кровь, продуктивность, эффективность

T.L. SAPSALEVA¹, N.V. PILYUK¹, M.V. JUMKOVA¹,
I.A. GOLUB², M.E. MASLINSKAYA², M.I. SLOZHENKINA³,
N.I. MOSOLOVA³, V.V. CHEKRY SHEVA⁴, A.E. SVYATOGOROVA⁴,
V.V. BUKAS⁵, A.M. SINTSEROVA⁵

FEED-USE EFFICIENCY WHEN INCLUDING LINEN FLAXSEED CAKE IN YOUNG CATTLE DIETS

¹*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

²*Flax Institute, Ustye agrotown, Republic of Belarus*

³*Povolzhsky Research Institute of Production and Processing of Meat and Dairy Products, Volgograd, Russia*

⁴*North Caucasian Zonal Scientific Research Veterinary Institute – a branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “Federal Ros-tov Agrarian Scientific Center”, Novocherkassk, Russia*

⁵*Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Belarus*

Adequate feeding, providing animals with the necessary amount and ratio of protein and energy, is one of the key factors for achieving maximum yield with minimum production costs. To properly and most accurately balance diets for nutrients, a variety of ingredients must be used, including expensive imported products such as sunflower and soybean meal. Therefore, it is necessary to look for alternative, more affordable sources of protein, in particular flaxseed cake, which contains a complex of important organic substances and essential amino acids, and has a high nutritional value. The paper presents the materials of the work aimed at studying the effect of feeding young cattle with linen flaxseed cake on metabolic processes in the body and the feed-use efficiency. It was found that feeding young cattle with experimental compound feed containing linen flaxseed cake in the amount of 15%, 20 and 25% by weight as a full-fledged substitute for sunflower meal made it possible to get average daily live weight gain of young animals at the level of 926 g, 994 and 1021 g (control value was 964

g). Inclusion of linen flaxseed cake in the amount of 15% by weight of compound feed provides a reduction in the weight gain of animals by 3.9% (926 g) relative to the control value (964 g).

Keywords: young cattle, compound feed, diets, linen flaxseed cake, blood, productivity, efficiency.

Введение. Максимальная продуктивность, обусловленная наследственностью, а также хорошее здоровье и высокие воспроизводительные способности животных реализуются только при полном удовлетворении их потребностей в энергии, белках, минеральных веществах и биологически активных компонентах [1-5].

Полноценное и сбалансированное кормление, которое обеспечивает жвачных необходимым количеством и соотношением протеина и энергии, является одним из ключевых факторов для достижения максимального выхода продукции (молоко, мясо) с минимальными затратами на её производство [6, 7, 8, 9, 10, 11]. При этом важную роль играют комбикорма, которые позволяют оптимизировать рационы молодняка крупного рогатого скота по уровню энергии, протеина, минеральных и биологически активных веществ [12, 13, 14, 15].

Чтобы правильно и наиболее точно сбалансировать рационы сельскохозяйственных животных по питательным веществам, необходимо использовать разнообразные ингредиенты, включая дорогие импортные продукты, такие как подсолнечный и соевый шрот [16, 17, 18, 19, 20, 21]. В связи с этим необходимо искать более дешёвые источники белка, одним из которых могут служить продукты переработки льняных семян, среди которых льняной жмых занимает 65 % от общего веса сырья. Учитывая, что семена также содержат множество важных органических веществ и незаменимых аминокислот, они имеют высокую пищевую ценность [23, 24, 25].

Белок, содержащийся в льне, относится к числу лучших растительных белков, а льняной жмых обладает высокой энергетической ценностью. В одном килограмме льняного жмыха содержится 1,27 к. ед., а также витамины B1, B2, B6 и микроэлементы, такие как фосфор, калий, цинк, железо, магний, кальций и натрий. Кроме того, в его составе присутствует около 30% пищевых волокон (целлюлоза, пектины, лигнин) и природные фенольные соединения — лигнаны, обладающие эстрогенными свойствами [26].

Из жмыхов и шротов льняные являются одними из лучших применяемых в кормлении всех видов животных. Они набухают в воде, образуя слизь благодаря наличию пектиновых веществ. Это свойство способствует их положительному диетическому эффекту, заключающемуся в обволакивании слизью стенок кишечника животных, что, в свою очередь, защищает кишечник от раздражения [27, 28, 29, 30].

Цель исследований – изучить влияние скармливания молодняку крупного рогатого скота жмыха из семян льна-долгунца на обменные процессы в организме и эффективность использования корма.

Материал и методика исследований. Для исследований отобраны образцы кормов, используемые в кормлении молодняку крупного рогатого скота (сено злаковое, силосно-сенажная смесь, зерносмесь, шрот подсолнечный, жмых льна-долгунца). Анализ содержания питательных веществ в кормах проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общей схеме зоотехнического анализа.

Для проведения исследований сформированы четыре группы клинически здоровых животных по 11 голов в каждой со средней живой массой 155,7-159,8 кг по принципу пар-аналогов.

Различия в кормлении заключались в том, что животным контрольных групп скармливали комбикорм с включением шрота подсолнечного в количестве 15 %, а их аналогам из II, III и IV опытных групп – комбикорма с вводом 15 %, 20 и 25 % по массе жмыха льна-долгунца.

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

- химический состав кормов – путём исследования их образцов, с определением первоначальной, гигроскопичной и общей влаги в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов;
- поедаемость кормов – путём проведения контрольного кормления один раз в 10 дней за два смежных;
- контроль за физиологическим состоянием животных и качеством протекающих в организме обменных процессов – путём взятия крови у телят из яремной вены через 3-3,5 часа после утреннего кормления в конце опытов при исследовании её 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 – путём индивидуального взвешивания телят в начале и в конце опыта (до кормления);
- экономическая эффективность – определением по следующим показателям: продуктивность, затраты кормов на производство продукции, себестоимость.

Статистическая обработка результатов исследований проведена по методу Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. Установлено, что в жмыхе льна-долгунца содержалось 89,6 % сухого вещества, массовая

доля в сухом веществе сырого протеина 37,5 %, сырого жира – 19,07 %, сырой клетчатки – 7,10 %.

Питательность комбикормов с включением жмыха льна-долгунца находилась в пределах 1,12-1,13 к. ед. с обменной энергией 11,19-11,26 МДж в 1 кг натурального корма при содержании сырого протеина 133,5-156,3 г. При включении 15-25 % жмыхов льносемян в комбикорма для молодняка крупного рогатого скота 116-400-дневного возраста наблюдалось увеличение питательности на 1,8-2,7 %, обменной энергии – на 15,0-15,7 %, сырого протеина – на 6,1-14,5 %, жира – в 1,9-2,5 раза при снижении содержания клетчатки на 15,0-18,4 %.

В результате контрольных кормлений установлено, что поедаемость кормов животными за период исследований между группами имела незначительные различия.

В структуре рационов значительных расхождений между группами не установлено. Различия заключались в разности по питательности комбикормов КР-3, содержащих в своём составе различные дозы ввода жмыха льна-долгунца, а также в поедаемости грубых кормов. Скармливание опытных комбикормов с вводом 15 %, 20 и 25 % жмыха льна-долгунца животным опытных групп способствовало различному потреблению силосно-сенажной смеси. При потреблении молодняком III опытной группы комбикорма с включением 20 % жмыха льна-долгунца, поедаемость силосно-сенажной массы снизилась на 6,3 %.

Наибольшая концентрация обменной энергии в 1 кг сухого вещества установлена в рационе молодняка III и IV опытных групп, потреблявших 20 и 25 % жмыха льна-долгунца в составе комбикорма по массе, которая составила 10,02 и 10,09 МДж/1 СВ против 9,85 МДж в контроле или выше на 1,7 и 2,4 %. В сухом веществе рациона контрольной группы за период опыта содержалось 737 г сырого протеина, в рационах опытных групп – 722-763 г или 14,5 и 14,9 % на 1 кг СВ, что связано с содержанием данного показателя в исследуемом корме и с количеством его внесения в состав комбикорма.

Концентрация сырого жира на 1 кг СВ находилось на уровне 3,29 % в контрольном рационе против 4,23 %, 4,53 и 4,77 % во II, III и IV опытных вариантах. Содержание сырой клетчатки в рационе молодняка контрольной группы составило 23,1 %, что выше опытных вариантов на 5,2-7,9 %, в связи с меньшим содержанием её в жмыхе льна-долгунца в 2,6 раза.

Установлено, что все изучаемые показатели крови находились в пределах физиологических норм, что указывает на нормальное течение обменных процессов в организме подопытных животных (таблица 1).

Таблица 1 – Морфо-биохимический состав крови

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Эритроциты, $10^{12}/л$	5,23±0,22	5,20±0,13	4,84±0,27	5,72±0,16
Гемоглобин, г/л	110,67±1,67	107,00±3,61	110,33±1,86	113,67±3,18
Лейкоциты, $10^9/л$	12,70±0,85	10,53±2,19	10,20±1,70	12,27±1,00
Общий белок, г/л	78,63±3,01	70,93±1,29	76,77±0,64	77,20±4,00
Глюкоза, ммоль/л	3,01±0,14	3,20±0,30	3,13±0,30	3,18±0,29
Мочевина, ммоль/л	2,28±0,05	2,94±0,30	2,78±0,29	2,74±0,08
Тромбоциты, $10^9/л$	324,0±82,8	226,7±28,3	298,7±30,5	283,7±28,4
Кальций, ммоль/л	2,31±0,04	2,20±0,02	2,45±0,05	2,31±0,04
Фосфор, ммоль/л	2,84±0,09	2,82±0,29	3,02±0,07	3,16±0,04

Одним из основных показателей качества и уровня кормления молодняка является оценка их продуктивности. Скармливание изучаемых белковых кормов импортного и отечественного производства (шрот подсолнечный, жмых льна долгунца) при вводе в комбикорма КР-3 для молодняка крупного рогатого скота старше 116-дневного возраста отразилось на их продуктивности (таблица 2).

Таблица 2 – Изменение живой массы и среднесуточный прирост

Показатель	Группа			
	I	II	III	IV
Живая масса, кг:				
в начале опыта	155,7±3,5	157,7±2,9	159,8±2,6	159,5±2,8
в конце опыта	243,4±4,1	242,0±9,7	250,3±6,4	252,4±5,2
Валовой прирост, кг	87,7±4,1	84,3±7,4	90,5±4,4	92,9±4,3
Среднесуточный прирост, г	964±44,9	926±81,2	994±48,0	1021±47,3
% к контролю	100,0	96,1	103,1	105,9
Затраты кормов на 1 кг прироста, к. ед.	5,88	6,14	5,62	5,57

Скармливание опытных комбикормов (II, III и IV группы) с включением жмыха льна долгунца в количестве 15 %, 20 и 25 % по массе позволило получить среднесуточный прирост живой массы молодняка 926 г, 994 и 1021 г. Наибольшей энергией роста обладали животные, потреблявшие комбикорма с включением жмыха льна долгунца в количестве 20 и 25 % (III и IV опытные группы) – 994 и 1021 г, что на 3,1 и 5,9 % выше контрольного значения, что способствовало снижению стоимости кормов на прирост на 2,84 и 2,72 %, себестоимости продукции – на 2,84 и 2,73 % по отношению к контрольному значению.

Закключение. Скармливание опытных комбикормов с включением 15 %, 20 и 25 % по массе жмыха льна долгунца позволяет получить

среднесуточный прирост живой массы молодняка на уровне 926 г, 994 и 1021 г (964 г в контроле). Наибольшей энергией роста обладали животные, потреблявшие комбикорма с включением жмыха льна долгунца в количестве 20 и 25 % от массы комбикорма – 994 и 1021 г или на 3,1 и 5,9 % выше контрольного значения при снижении затрат кормов на 4,4 и 5,3 %, себестоимости получения продукции – на 2,84 и 2,73 %. Включение 15 % жмыха льна долгунца от массы комбикорма (II опытная группа) способствует снижению прироста животных на 3,9 % по отношению к контрольному значению.

Литература

1. Люндышев, В. А. Продуктивное использование энергии рационов бычками при включении в состав комбикормов органического микроэлементного комплекса / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай // Агропанорама. – 2019. - № 4. – С. 33-37.
2. Организация полноценного кормления сельскохозяйственных животных с использованием органических микроэлементов / И. П. Шейко, В. Ф. Радчиков, А.И. Саханчук [и др.] // Весці НАН Беларусі. Серыя аграрных навук. – 2014. - № 3. – С. 80-86.
3. Радчиков, В. Ф. Новые ферментные препараты в кормлении молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков. – Жодино, 2003. – 72 с.
4. Обмен веществ и продуктивность телят при скармливании разных молочных продуктов / Г. Н. Радчикова, А. М. Глинкова, Н. В. Пилло, М. В. Джумкова, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина, А. А. Мосолов, Н. И. Мосолова, А. К. Натыров, Н. Н. Мороз, С. А. Коваленко, И. В. Яночкин // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2022. – Т. 57, ч. 2. – С. 44-54. – DOI: 10.47612/0134-9732-2022-57-2-44-54.
5. Влияние скармливания кормовых добавок с включением синтетических азотсодержащих веществ на продуктивность бычков / Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, Л. А. Возмитель [и др.] // Модернизация аграрного образования: интеграция науки и практики : сб. науч. тр. по материалам V Междунар. науч.-практ. конф. Томск, 05 дек. 2019 г. / Томский СХИ. – Томск : ИЦ «Золотой колос», 2019. – С. 248-251.
6. Эффективность включения в рацион телят заменителя сухого обезжиренного молока / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальева, М. В. Джумкова, Л. Н. Гамко, А. Г. Менякина, О. Ф. Ганущенко, В. Г. Микулёнок // Инновации в отрасли животноводства и ветеринарии : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 80-летию со дня рожд. и 55-летию трудовой деятельности Заслуж. деятеля науки РФ, д-ра с.-х. наук, проф. Гамко Леонида Никифоровича, Брянск, 15-16 апр. 2021 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2021. – Ч. 1. – С. 263-271.
7. Сравнительная эффективность использования в кормлении телят цельного молока и его заменителя / В. Ф. Радчиков, М. Е. Радько, Е. И. Приловская, И. Ф. Горлов, М. И. Сложенкина // Аграрно-пищевые инновации. – 2020. - № 2 (10). – С. 50-61. – DOI: 10.31208/2618-7353-2020-10-50-61.
8. Люндышев, В. А. Поваренная соль с микродобавками в рационах бычков / В. А. Люндышев, В. Ф. Радчиков, В. К. Гурин // Агропанорама. – 2012. - № 6(94). – С. 13-15.
9. Физиологическое состояние и переваримость питательных веществ при скармливании молодняку крупного рогатого скота солода пивоваренного / Е. Е. Парханович, В. П. Цай, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Д. В. Медведева, М. М. Карпеня, Е. А. Лёвкин, И. В. Сучкова // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 152-155.

10. Влияние соотношения фракций протеина в заменителе цельного молока на эффективность выращивания телят / А. Н. Кот, Г. Н. Радчикова, Т. Л. Сапсальёва, М. В. Джумкова, Е. А. Лёвкин // Достижения и актуальные вопросы современной гигиены животных : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию юбилею кафедры гигиены животных им. проф. В.А. Медведского, Витебск, 02 нояб. 2023 г. / ВГАВМ. – Витебск, 2023. – С. 62-67.

11. Влияние скармливания заменителя цельного молока на физиологическое состояние и продуктивность телят / А. Н. Кот, М. И. Сложенкина, Г. Н. Радчикова, А. Г. Марусич, Е. Н. Суденкова, М. В. Джумкова, В. А. Люндышев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 11-18.

12. 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.

13. Сушёная 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, 18 мая 2018 г. : ветеринария, зоотехния / ГГАУ. – Гродно, 2018. – С. 161-163.

14. Панова, В. А. Эффективность скармливания биологически активного препарата оксидата торфа молодняку крупного рогатого скота / В. А. Панова, В. Ф. Радчиков, Н. В. Лосев // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Инг-т животноводства НАН Беларуси; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2002. – Т. 37. – С. 173-176.

15. Богданович, И. В. Эффективность выращивания телят в зависимости от способа скармливания цельного зерна кукурузы в составе комбикормов / И. В. Богданович // Проблемы интенсивного развития животноводства и их решение : сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых, Брянск, 24-25 марта 2022 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2022. – С. 247-252.

16. Подготовка зерна к скармливанию как способ повышения эффективности его использования в кормлении крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот [и др.] // Научное обеспечение животноводства Сибири : материалы II междунар. науч.-практ. конф., Красноярск, 17-18 мая 2018 г. / Красноярский НИИЖ. – Красноярск, 2018. – С. 189-194.

17. Экструдированный пищевой концентрат в рационах молодняка крупного рогатого скота : монография / В. Ф. Радчиков, С. Л. Шинкарёва, В. К. Гурин, В. П. Цай, О. Ф. Ганущенко, А. Н. Кот, Т. Л. Сапсальёва. – Жодино, 2017. – 118 с.

18. Эффективность скармливания молодняку крупного рогатого скота белково-витаминно-минеральных добавок / А. М. Глинкова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 57-63.

19. Продуктивность молодняка крупного рогатого скота при различных уровнях энергетического питания / В. О. Лемешевский, Б. С. Убушаев, А. М. Глинкова, М. В. Джумкова, Г. В. Бесараб, Д. В. Медведева, Т. В. Медведская, А. Г. Марусич, А. Я. Райхман // Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству ; редкол. : И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино, 2023. – Т. 58, ч. 2. – С. 18-26.

20. Откорм бычков с использованием кормовой добавки «ИПАН» / В. П. Цай, Г. Н. Радчикова, М. В. Джумкова, И. А. Петрова, С. Н. Пилук // Инновации в животноводстве – сегодня и завтра : сб. науч. ст. по материалам Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 70-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», Жодино, 19-20 дек. 2019 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2019. – С. 363-367.

21. Богданович, И. В. Эффективность использования цельного зерна кукурузы в кормлении молодняка крупного рогатого скота в молочный период / И. В. Богданович // Аграрная наука на современном этапе: состояние, проблемы, перспективы : материалы V науч.-практ. конф. с междунар. участием, Вологда – Молочное, 21-25 февр. 2022 г. / ВолНЦ РАН. – Вологда, 2022. – С. 152-157.

22. Технология получения конкурентоспособной говядины от мясного скота в условиях пойменного земледелия : методические рекомендации / 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. Пилпук. – Жодино, 2015. – 95 с. – ISBN 978-985-6895-21-3

23. Влияние скармливания молодняку крупного рогатого скота кормов с разной расщепляемостью протеина на физиологическое состояние и переваримость питательных веществ кормов / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, М. М. Карпеня [и др.] // Актуальные проблемы ветеринарии и интенсивного животноводства : сб. тр. Междунар. науч.-практ. конф., Брянск, 01-02 июня 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – Ч. 1. – С. 155-160.

24. Повышение продуктивного действия злаково-бобовой зерносмеси / Д. М. Богданович, А. М. Глиникова, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, С. Н. Пилпук, Л. Н. Гамко // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 235-239.

25. Повышение эффективности использования протеина в рационах молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсальёва, Д. М. Богданович, А. Н. Кот, М. В. Джумкова, Н. Н. Мороз, В. А. Люндышев // Селекционно-генетические и технологические аспекты инновационного развития животноводства : сб. науч. работ междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 65-летию со дня рожд. проф. Лебедько Егора Яковлевича, 15 дек. 2023 г. / Брянский ГАУ. – Брянск, 2023. – С. 266-271.

26. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, № 2. – С. 205-206.

27. Комбикорм КР-3 экструдированным обогатителем в рационах бычков на откорме / В. Ф. Радчиков, Л. С. Шинкарёва, В. К. Гурин, О. Ф. Ганущенко, С. А. Ярошевич // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 2014. – Вып. 17, ч. 1. – С. 114-123.

28. 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, В. П. Цай, Е. А. Шнитко // Сельское хозяйство – проблемы и перспективы : сб. науч. тр. / ГГАУ ; редкол.: В. К. Пестис (гл. ред.) [и др.]. – Гродно, 2014. – Т. 26 : Зоотехния. – С. 246-257.

29. Радчиков, В. Ф. Использование новых кормовых добавок в рационе молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, Е. А. Шнитко // Научные основы повышения продуктивности сельскохозяйственных животных : сб. науч. тр. СКНИИЖ по материалам 6-ой междунар. науч.-практ. конф., Краснодар, 15-17 мая 2013 г. / СКНИИЖ. – Краснодар, 2013. – Ч. 2. – С. 151-155.

30. Кормовые добавки из зерна высокобелковых культур в кормлении молодняка крупного рогатого скота / Т. Л. Сапсальёва, М. И. Сложенкина, Н. И. Мосолова [и др.] // Животноводство Беларуси: вчера, сегодня, завтра : материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и 110-летию юбилею д-ра с.-х. наук, проф. А. А. Гайко, Жодино, 24-25 окт. 2024 г. / Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству. – Минск : Беларуская навука, 2024. – С. 195-198.

Поступила 24.03.2025 г.

А.И. САХАНЧУК, М.Г. КАЛЛАУР, Е.Г. КОТ, А.А. НЕВАР

НОРМЫ КОРМЛЕНИЯ КРАСНОГО БЕЛОРУССКОГО СКОТА В ПЕРИОДЫ СУХОСТОЯ И РАЗДОЯ ПО МАКРОЭЛЕМЕНТАМ

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

Коровы красной молочной породы отличаются высокими показателями продуктивности и улучшенными характеристиками молока, поэтому этой порода востребована в молочном скотоводстве Республики Беларусь. Разработка оптимальных рационов питания для животных данной породы позволит повысить эффективность молочного производства, снизить риски возникновения болезней и увеличить прибыльность предприятий отрасли. Целью работы было комплексное исследование эффективности повышенных уровней минеральных веществ (кальций, фосфор, магний, сера) в кормлении молочных коров красной породы белорусской селекции во время различных физиологических периодов жизни животных (сухостой, раздой) при использовании кормосмесей. В ходе исследований установлено, что применение умеренно повышенных норм потребностей в кальции, фосфоре, магнии и сере от 2 до 5 % в расчёте на 1 кг сухого вещества рациона способствовало более высокому приросту массы тела животных, получению телят с повышенной энергией роста. Также отмечены рост суточного надоя молока стандартизированной 4%-ной жирности в период раздоя на 3,57 и 6,15 %, больший выход молочного белка и большая устойчивость лактации во времени, что свидетельствует о повышении биологической полноценности рационов.

Ключевые слова: коровы красной породы, рационы, нормы кормления, сухостойный период, период раздоя, минеральные вещества.

A.I. SAKHANCHUK, M.G. KALLAUR, E.G. KOT, A.A. NEVAR

FEEDING STANDARDS FOR RED BELARUSIAN CATTLE IN DRY AND INCREASING MILK YIELD PERIODS OF MACROELEMENTS

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Red dairy cows demonstrate high productivity and improved milk characteristics, which is why this breed is in demand in dairy farming in the Republic of Belarus. Developing optimal rations for animals of this breed will increase the efficiency of milk production, reduce the risk of disease, and increase the profitability of enterprises in the industry. The aim of the study was to comprehensively investigate the effectiveness of increased levels of minerals (calcium, phosphorus, magnesium, sulfur) in

the feeding of Red dairy cows of Belarusian selection during various physiological periods of the animals' lives (dry period, increasing the milk yield) using total mixed rations. The studies showed that the use of moderately increased requirements for calcium, phosphorus, magnesium, and sulfur by 2-5% per 1 kg of dry matter of the diet ensured higher body weight gain and the production of calves with increased growth capacity. There was also an increase in daily yield of milk of standardized 4% fat content in milk yield periods by 3.57% and 6.15%, respectively, as well as higher milk protein yield and greater lactation stability over time, indicating an increase in the biological full-value of rations.

Key words: Red dairy cows, rations, feeding standards, dry period, increasing milk yield period, minerals.

Введение. Молочное животноводство является одной из ключевых отраслей сельского хозяйства Беларуси, обеспечивающей население высококачественными продуктами питания. Коровы красных молочных пород отличаются высокими показателями продуктивности и улучшенными характеристиками молока, что делает их востребованными в молочном производстве республики [1, 2].

Правильное сбалансированное питание коров имеет важное значение для улучшения продуктивности и поддержания здоровья животных. Применяемые нормы кормления для разных пород крупного рогатого скота различны и требуют постоянного обновления и адаптации к современным условиям ведения сельскохозяйственного производства. Кроме того, важно учитывать региональные особенности, такие как климатические условия, тип почвы, доступность местных ресурсов, уровень развития инфраструктуры, финансовые возможности производителей и другие факторы, влияющие на выбор технологий и методов выращивания сельскохозяйственных животных. Следовательно, использование зарубежных стандартов кормления и нормирования питания коров красной породы молочного скота не подходит для Беларуси из-за существенных отличий в структуре кормов, технологиях их приготовления и доступности местных продуктов питания, а значит нормы кормления для данных животных нуждаются в совершенствовании.

С учётом вышеизложенного, цель работы заключалась в оптимизации норм потребности в кальции, фосфоре, магнии и сере для коров красной молочной породы белорусской селекции в периоды сухостоя и раздоя.

Материал и методика исследований. Объектом исследований были коровы красной датской породы белорусской селекции в периоды физиологического сухостоя, новотельные животные (14 дней после отёла) и раздоя (15-80 дней после отёла), подобранные в 3 группы (контроль/две опытные) по 8 голов каждой по принципу аналогов с учётом возраста, происхождения, надоя за лактацию и суточного по завершению этого этапа, содержания жира в молоке [4].

Эксперимент проводили в условиях госпредприятия «ЖодиноАгро-ПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в течение 120 дней (январь-июнь 2024 г.) по нижеприведённой схеме (таблица 1).

Таблица 1 – Схема введения минеральных элементов в рационы коров по физиологическим циклам

Физиологический цикл	Число коров	Элемент	Группа				
			контрольная	I (опытная)		II (опытная)	
				Дозы элементов на 1кг сухого вещества			
количество	кол-во	% к контролю	кол-во	% к контролю			
1-я фаза сухостоя (от запуска)	24	Кальций, %	0,873	0,907	103,94	0,952	109,03
		Фосфор, %	0,328	0,338	103,11	0,349	106,42
		Магний, %	0,199	0,204	102,56	0,211	106,08
		Сера, %	0,202	0,207	102,56	0,214	105,87
2-я фаза сухостоя (за 20 дней до отёла)	24	Кальций, %	0,949	0,995	103,79	1,025	106,89
		Фосфор, %	0,444	0,459	103,48	0,473	106,64
		Магний, %	0,237	0,241	102,04	0,245	103,54
		Сера, %	0,198	0,206	103,82	0,211	106,67
Новотельные коровы	24	Кальций, %	0,710	0,75	105,58	0,771	108,64
		Фосфор, %	0,474	0,491	103,56	0,505	106,41
		Магний, %	0,238	0,244	102,53	0,247	103,57
		Сера, %	0,179	0,185	103,51	0,188	14,97
Раздоя	24	Кальций, %	0,764	0,782	102,33	0,811	106,16
		Фосфор, %	0,507	0,520	102,51	0,539	106,19
		Магний, %	0,254	0,261	102,62	0,265	104,21
		Сера, %	0,190	0,197	103,64	0,201	105,85

Условия кормления и содержания животных подопытных групп, за исключением изучаемого фактора, в течение опыта были сходными.

Кормление коров проводилось по рационам с включением в них сенажа из многолетних злаково-бобовых трав, кукурузного силоса, концентратов на основании норм, рекомендованных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [2]. Рационы по питательности были сходными для коров всех групп, с той лишь разницей, что животным I и II опытных групп в расчете на 1 кг сухого вещества хозяйственной кормосмеси вышеуказанные компоненты давали в повышенном количестве по сравнению с существующими нормами в контрольной, в частности: в 1-ю фазу сухостойного периода: по кальцию – на 3,94 и 9,03 %, по фосфору – на 3,11 и 6,42, магнию- на 2,56 и 6,08, сере – на 2,56 и 5,87 %; во 2-ю фазу

сухостойного периода: по кальцию – на 3,79 и 6,89 %, по фосфору – на 3,48 и 6,64 %, магнию – на 2,04 и 3,54, сере – на 3,82 и 6,67 %; у новотельных животных: по кальцию – на 5,58 и 8,64 %, по фосфору – на 3,56 и 6,41, магнию – на 2,53 и 3,57, сере – на 3,51 и 4,97 %; на этапе раздоя или в первую треть лактации: по кальцию – на 2,33 и 6,16 %, по фосфору – на 2,51 и 6,19, по магнию – на 2,62 и 4,21, сере – на 3,64 и 5,85 %.

В разработанных рационах для стельных коров в 1-ю фазу сухостойного периода в контрольной и опытных группах от общей питательности приходилось на долю сенажа разнотравного 84,12 %, силоса кукурузного – 9,61, добавка кормовая соответственно «Балансирующая – 2» (энергия) и (белок) – 0,57 и 5,70 %. Во 2-ю фазу сухостойного периода в контрольной и опытных группах в процентах от общей питательности приходилось на долю сенажа разнотравного приходилось 52,10 %, силоса кукурузного – 15,88, концентрированные корма – 26,05, добавка кормовая соответственно «Балансирующая – 2» (энергия) и (белок) – 4,66 и 1,32 %. Также в кормосмеси дополнительно включали добавки соответственно «Витамида – КМК-61ТР» (корм минеральный комплексный) для высокопродуктивных коров, «Балансирующая – 2» (энергия и белок), кормовой монокальцийфосфат, поваренную соль.

В разработанных рационах для коров в послеродовой период в контрольной и опытных группах от общей питательности приходилось на долю концентрированные корма 42,92 %, силоса кукурузного – 27,93, сенажа разнотравного – 23,27, добавка кормовая соответственно «Балансирующая – 2» (энергия) и (белок) – 5,15 и 0,73 %, что обеспечило в суточном рационе общую питательность в 20,70 к. ед. (10,51 МДж обменной энергии и 15,73 % сырого протеина) в 1 кг сухого вещества, необходимые для получения надоя молока не менее 26 кг.

Стельные животные в обе фазы сухостойного периода, а также новотельные и на стадии раздоя содержались в отдельной секции, оборудованной автопоением. Условия обслуживания животных во всех группах идентичные

Биохимические исследования крови проводили в лаборатории РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Полученный материал обработан методом вариационной статистики [5]. Разницу между теми или иными показателями считали достоверной при уровне значимости ($P < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение. Применение повышенных норм макроэлементов в 1-ю фазу сухостоя обусловило более широкое соотношение кальция и фосфора в рационах коров I и II опытных групп соответственно 2,683 (+0,82 %) и 2,728 (+2,49 %), вместо 2,662 в контрольной.

Применение повышенных норм макроэлементов во 2-ю фазу сухостоя обусловило более широкое соотношение кальция и фосфора в рационах коров I и II опытных групп соответственно 2,169 (+ 0,30 %) и 2,167 (+ 0,23 %) вместо 2,162 в контрольной, которое, по нашему мнению, обусловлено невысоким содержанием фосфора в минеральных добавках.

Применение повышенных норм макроэлементов в кормлении новотельных коров обусловило более широкое соотношение кальция и фосфора в рационах коров I и II опытных групп соответственно 1,526 (+1,94 %) и 1,528 (+2,09 %) вместо 1,497 в контрольной, которое обусловлено невысоким содержанием фосфора в минеральных добавках.

Применение повышенных норм макроэлементов на этапе раздоя обусловило более умеренное соотношение кальция и фосфора в рационах коров I и II опытных групп соответственно 1,504 (-0,18 %) и 1,507 (-0,03 %) вместо 1,507 в контрольной.

В ходе исследований установлено, что применение для стельных высокопродуктивных коров красной породы молочного скота новых умеренно повышенных норм потребности в ряде макроэлементов (I опытная группа) по сравнению с существующими в контрольной в период сухостоя, хоть и обусловило незначительное увеличение продолжительности беременности по времени на 0,89 дня (58,11), однако не оказывает отрицательного влияния на течение беременности, так как сопровождается более высоким приростом массы тела коров на 8,01 % (таблица 2).

Новорожденные телята, полученные от коров I опытной группы, превосходили сверстников из контрольной как по живой массе во время рождения на 1,24 %, так и в конце профилактического периода их выращивания на 4,74 %, при этом затраты корма на 1 кг прироста массы у телят этой опытной группы по сравнению с аналогами контрольной оказались ниже на 4,52 %, благодаря чему окупаемость затраченного корма на прирост массы тела оказалась выше на 2,07 руб. (4,73 %) в ценах 2024 года.

У новотельных коров (через 20 дней после отёла) I опытной группы проявлялась тенденция роста среднесуточного надоя молока натуральной и 4%-ной жирности по сравнению с аналогами из контрольной на 4,22 и 1,99 %, а у аналогов II опытной группы – на 2,88 и 1,61 % соответственно. В то же время содержание белка в молоке коров I опытной группы хотя и было несколько ниже по сравнению с контрольной и II опытной группами на 2,13 и 1,74 %. Тем не менее соотношение между жиром и белком в I опытной группе оказалось более умеренным – 1,2570 против 1,2723 и 1,2593 соответственно в контрольной и II опытной группах.

Таблица 2 – Итоговые данные по коровам в периоды сухостоя и раздоя (в среднем на 1 гол.)

Физиологический цикл	Показатели	Группа		
		контр.	I	II
1	2	3	4	5
Сухостой	Живая масса коров, кг:			
	в начале периода	635,7	634,6	627,8
	в конце периода	676,0	678,8	672,4
	Суточный прирост массы тела, г	704,3	760,7	722,0
	Продолжительность сухостойного периода, дн.	57,22	58,11	61,78
	Живая масса телят, кг:			
	при рождении	37,78	38,25	36,11
	через 10 дней	44,96	45,77	43,30
	Суточный прирост за период выращивания, г	718	752	719
	-//- в % к контролю	100,0	104,73	100,14
	Затраты корма на 1 кг прироста, к. ед.	2,716	2,593	2,712
	-//- в % к контролю	100,0	95,48	99,86
	Стоимость израсходованных кормов, руб.	48,06	48,06	48,06
Раздой	Выход продукции в денежном выражении, руб.	43,65	45,72	43,71
	-//- в % к контролю	100,0	104,75	100,15
	В начале учётного периода:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	20,13	20,61	20,18
	- //- 4%-ной жирности	22,79	22,74	22,71
	- //- в % к контролю	100,0	99,77	99,65
	Содержание белка, %	3,8742	3,7856	3,8556
	-//- в % к контролю	100,0	97,71	99,52
	Через 20 дней:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	26,07	27,17	26,41
	-//- 4%-ной жирности	29,75	30,34	29,86
	-//- в % к контролю	100,00	101,99	100,37
	Содержание белка, %	3,8839	3,8012	3,8689
	-//- в % к контролю	100,0	97,87	99,61

1	2	3	4	5
Раздой	Через 50 дней:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	34,98	37,23	35,82
	-//- 4%-ной жирности	40,33	42,11	40,89
	- //- в % к контролю	100,00	104,41	101,38
	Содержание белка, %	3,894	3,8202	3,8834
	//- в % к контролю	100,00	98,10	99,73
	Через 80 дней:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности	35,80	38,12	36,60
	- //- 4%-ной жирности	41,30	43,20	41,92
	- //- в % к контролю	100,00	104,59	101,50
	Содержание белка, %	3,9042	3,8401	3,898
	- //- в % к контролю			
	Выход белка, кг	1,398	1,464	1,429
	-//- в % к контролю	100,00	104,72	102,24
	Увеличение надоя молока в сравнении с исходным, %	81,24	89,99	84,59
	-//- в % к контролю	-	+ 8,75	+ 3,35
	Суточный выход молока базисной жирности (3,6%), кг	49,98	51,77	50,48
	Выход продукции в денежном выражении, руб.	50,58	52,39	51,08
	- //- в % к контролю	-	+ 3,59	+ 1,00
	Стоимость израсходованных добавок, руб.	6,83	6,99	7,15
	Выручка с учетом стоимости добавок, руб.	43,74	45,40	43,92
	Разница с контролем, руб.: ±	-	+ 1,66	+ 0,18
	Разница с контролем, %	-	+103,79	+100,42

На этапе раздоя через 80 дней после отёла у коров I опытной группы сохранялась тенденция роста среднесуточного надоя молока как натуральной, так и 4%-ной жирности относительно аналогов контрольной на 6,47 и 4,59 % и во II опытной группе – на 3,97 и 3,05 % соответственно. В то же время содержание белка в молоке коров I опытной группы хоть и было ниже по сравнению с контрольной и II опытной группами на 1,64 и 1,48 %, однако соотношение между жиром и белком в I опытной группе оказалось более умеренным – 1,2733 против 1,2872 в контрольной.

По выходу молочного белка коровы I опытной группы превосходили аналогов контрольной и II опытной групп на 4,72 и 2,24 % соответственно.

Устойчивость лактации во времени, или увеличение надоя молока по сравнению с исходным, у коров I опытной группы по отношению к контрольной и II опытной группам оказалась выше на 8,75 и 5,40 %.

По суточному выходу молока базисной жирности (3,6 %) коровы I опытной группы также превосходили аналогов в контрольной и II опытной групп, что обеспечило и более высокий выход продукции в денежном выражении, соответственно – на 3,59 и 2,56 %.

Наибольшая выручка от реализации молока условной базисной жирности получена от коров I опытной группы, которая с учётом стоимости израсходованных балансирующих энергетических и белково-витаминно-минеральных добавок составила на этапе раздоя 45,50 руб. и была выше по сравнению с аналогами контрольной и II опытной группами соответственно на 1,66 и 1,47 руб. или на 3,79 и 3,3,36 % в ценах 2024 года.

Оптимизация типа кормления, а также норм потребности в вышеназванных минеральных элементах для коров I опытной группы сопровождалась тенденцией улучшения состава и свойств крови в период сухостоя: так, насыщенность эритроцитов гемоглобином выше на 5,17 %, уровень гематокрита – на 8,34, содержание общего белка – на 4,8 9%, в котором выявлена достоверная разница по концентрации глобулиновой фракции по сравнению с II опытной на 12,70 % ($P < 0,05$), уровень креатинина в крови коров был выше на 14,89 %, активность фермента амилазы – на 45,62 %, физиологическое соотношение между фосфором и кальцием больше на 0,712 против 0,679 и 0,678. В то же время уровень цинка не превышал порога минимального референсного значения, тем не менее в I опытной группе оказался выше на 7,88 %.

У новотельных коров уровень эритроцитов был выше на 9,63 % и их насыщенность гемоглобином – на 8,51 %, число тромбоцитов – на 24,52 % и имело тенденцию к достоверности ($P < 0,1$), содержание общего белка и его глобулиновой фракции по отношению ко II опытной группе оказались достоверными ($P < 0.05$)ю Следует отметить повышенную концентрацию билирубина и холестерина, невысокую активность ферментов амилазы, АЛТ, АСТ, ЛДГ, а также недостаточное количество цинка, что отражает напряжённость энергетического обмена в начальный период лактации.

На этапе раздоя: более высокие уровни эритроцитов на 2,93%, и их насыщенность гемоглобином – на 2,31%.

Отмечен невысокий уровень гематокрита в крови коров подопытных групп, который не превышал порога минимального референсного значения, а также как повышенную концентрацию билирубина и в особенности холестерина, так и невысокую активность ферментов амилазы, АЛТ, АСТ, ЛДГ, недостаточность цинка относительно границы

минимального референсного значения, отражающих напряженность энергетического обмена в первую треть лактации.

Заключение. Таким образом, применение умеренно повышенных норм потребностей в кальции, фосфоре, магнии и сере от 2 до 5 % в расчёте на 1 кг сухого вещества рациона свидетельствует об оптимальном их уровне для высокопродуктивных коров красной датской породы белорусской селекции по физиологическим циклам, так как обуславливает в период сухостоя увеличение продолжительности беременности по времени на 0,89 дня, более высокий прирост массы тела животных – на 8,01 %, получение телят, у которых в профилакторный период выращивания, проявлялась повышенная энергия роста на 4,74 %, рост суточного надоя молока стандартизированной 4%-ной жирности как в новотельных животных, так и раздое на 3,57 и 6,15 %, больший выход молочного белка на 1,98 и 4,22 %, большую устойчивость лактации во времени на 8,98 %, активизацию функции кроветворных органов и может стать одним из факторов по повышению биологической полноценности рационов.

Литература

1. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы : Указ Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г. – URL: https://president.gov.by/fp/v1/870/document-thumb__16870__original/16870.1588846151.2aea89000d.pdf (дата доступа: 12.04.2025 г.)
2. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.]. – Жодино, 2011. – 260 с.
3. Влияние энерго-протеиновых добавок разного состава на продуктивность молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот [и др.] // Аспекты животноводства и производства продуктов питания : материалы междунар. науч.-практ. конф., Персиановский, 28-29 нояб. 2017 г. / Донской ГАУ. – пос. Персиановский, 2017. – С. 98-105.
4. Методические рекомендации по совершенствованию норм кормления, разработке и оценке рецептов комбикормов, добавок и премиксов для сельскохозяйственных животных / М. Ф. Томмэ, Н. И. Денисов, А. В. Модянов [и др.]; ВАСХНИЛ, ВИЖ. – Дубровицы, 1977. – 68 с.
5. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

Поступила 31.03.2025 г.

А.И. САХАНЧУК, М.Г. КАЛЛАУР, Е.Г. КОТ, А.А. НЕВАР

ОПТИМИЗАЦИЯ НОРМ КОРМЛЕНИЯ КРАСНОГО БЕЛОРУССКОГО СКОТА ПО МАКРОЭЛЕМЕНТАМ

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

Молоко коров красной молочной породы отличается высоким качеством и по содержанию жира и белка заметно превосходит другие породы, благодаря чему этих животных стали использовать в молочном скотоводстве Республики Беларусь. Однако действующие в республике нормы кормления не соответствуют потребностям крупного рогатого скота данной породы в основных питательных и минеральных, поэтому возникла необходимость в их разработке. Целью представленной работы была оптимизация норм потребности в кальции, фосфоре, магнии и сере для коров красной молочной породы во второй и третий периоды лактации. В результате исследований установлено преимущество умеренно повышенных норм потребностей в кальции, фосфоре, магнии и сере от 2 до 5 % в расчёте на 1 кг сухого вещества рациона для коров изучаемой породы, что обусловлено тенденцией получения более высокого суточного надоя молока стандартизированной 4%-ной жирности в основной и заключительный период лактации соответственно на 6,47 и 6,50 %, большим выходом молочного, большей устойчивостью лактации во времени, активизацией функции кровеносных органов, что может стать одним из факторов по повышению биологической полноценности рационов.

Ключевые слова: рационы, нормы кормления, красный молочный скот, молочная продуктивность, минеральные вещества.

A.I. SAKHANCHUK, M.G. KALLAUR, E.G. KOT, A.A. NEVAR

OPTIMIZATION OF MACROELEMENTS REQUIREMENTS FOR RED BELARUSIAN CATTLE

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

The milk of red dairy cows is of high quality and significantly surpasses other breeds in fat and protein content, which is why these animals began to be used in dairy farming in the Republic of Belarus. However, the current feeding standards in the country do not meet the needs of cattle of this breed in basic nutrients and minerals, so it became necessary to develop them. The aim of the presented work was to optimize calcium, phosphorus, magnesium and sulfur requirements for red dairy cows in the second and third periods of lactation. As a result of research, the advantage of

moderately increased requirements for calcium, phosphorus, magnesium and sulfur by 2-5% per 1 kg of dry matter of the diet for cows of the studied breed has been established, application of which provides an increase in daily yield of milk of standardized 4% fat content in the main and final periods of lactation by 6.47 and 6.50%, respectively, higher milk protein yield, greater stability of lactation over time, activation of function of hematopoietic organs, which can become one of the factors to increase biological full-value of diets.

Keywords: diets, feeding standards, red dairy cattle, milk productivity, minerals.

Введение. Молоко коров красной молочной породы по содержанию жира и белка заметно превосходит другие породы, что предопределило активное использование этих животных в молочном скотоводстве Республики Беларусь. Действующие в республике нормы кормления, разработанные для коров белорусской чёрно-пёстрой породы с продуктивностью 7 тыс. кг молока и более за лактацию, не соответствуют потребностям животных красной молочной породы в основных питательных и минеральных веществах и технологии кормления в целом, поэтому возникла необходимость в их разработке [1, 2].

Зарубежные системы кормления и нормирования питания красной молочной породы скота не могут быть использованы в скотоводстве Республики Беларусь в связи с существующими различиями в спектре кормов, используемых в рационах, технологии их заготовки и подготовки к скармливанию [3]. Соответственно количество питательных веществ и их содержание в сухом веществе кормов, заготовленных на территории Беларуси, отличаются от кормов, произведённых в Дании.

С учётом вышеизложенного, цель работы заключалась в сравнительной оценке эффективности повышенного уровня кальция, фосфора, магния и серы для молочных коров красной молочной породы во 2-й и 3-й период лактации при общесмешанном кормлении на проявление животными молочной продуктивности и качество молока, гомеостаз и оплату корма продукцией.

Материал и методика исследований. Эксперимент проводили в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области в течение июля - ноября 2024 года по нижеприведённой схеме (таблица 1). Объектом исследований были коровы красной молочной породы соответственно через 100 и 200 дней после отёла, подобранные по принципу аналогов в 3 группы (контроль/две опытные) по 8 голов в каждой с учётом возраста, происхождения, надоя за лактацию и суточного по завершению этапа раздоя, содержания жира в молоке при общесмешанном кормлении.

Условия кормления и содержания животных подопытных групп, за исключением изучаемого фактора, в течение опыта были идентичными.

Таблица 1 – Схема введения минеральных элементов в рационы коров по физиологическим циклам

Физиологический цикл	Число коров	Элемент	Группа					
			контрольная	I опытная		II опытная		
				Дозы элементов на 1кг сухого вещества				
				количество	кол-во	% к контролю	кол-во	% к контролю
Основной	24	Кальций, г	0,703	0,782	111,29	0,826	117,46	
		Фосфор, г	0,455	0,470	103,29	0,484	106,40	
		Магний, г	0,230	0,243	105,78	0,249	108,40	
		Сера, г	0,180	0,201	111,49	0,211	117,02	
Заключительный	24	Кальций, г	0,781	0,815	104,42	0,840	107,56	
		Фосфор, г	0,440	,456	103,50	0,468	106,39	
		Магний, г	0,229	0,234	101,89	0,236	103,11	
		Сера, мг	0,184	0,192	104,23	0,196	106,15	

Кормление коров проводилось по рационам с включением в них сенажа из многолетних злаково-бобовых трав, кукурузного силоса, концентратов на основании норм, рекомендованных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» [2]. Рационы по питательности были сходными для коров всех групп, с той лишь разницей, что животным I и II опытных групп в расчёте на 1 кг сухого вещества (СВ) хозяйственной кормосмеси вышеуказанные компоненты задавали в повышенном количестве в процентах по сравнению с существующими нормами в контрольной, в частности: в основной период лактации: по кальцию – на 11,17 и 17,43 %, по фосфору – на 3,21 и 6,28 %, по магнию – на 5,69 и 8,41 %, сере – на 11,50 и 17,03 %; в заключительный период лактации: по кальцию – на 4,35 и 7,52 %, по фосфору – на 3,55 и 6,45 %, по магнию – на 1,87 и 3,11 %, по сере – на 3,63 и 6,15 %.

В разработанных рационах для коров в основной период лактации в контрольной и опытных группах в процентах от общей питательности приходилось на долю: сенажа разнотравного – 26,65 %, силоса кукурузного – 28,84 %, концентрированных кормов – 38,84 %, добавка кормовая «Балансирующая – 2» (энергия) – 0,82 % и добавка кормовая «Балансирующая – 2» (белок) 5,85 %, что обеспечило в суточном рационе общую питательность в 21,64 кормовых единиц, (10,41 МДж ОЭ и 15,39 % сырого протеина) в 1 кг сухого вещества, необходимую для получения надоя молока не менее 26 кг, а также «Витамида – КМК-61Ст» (корм минеральный комплексный) для высокопродуктивных коров, кормовой монокальцийфосфат), поваренную соль.

В разработанных рационах для коров в заключительный период лактации в контрольной и опытных группах от общей питательности приходилось на долю: сенажа разнотравного – 43,94 %, силоса кукурузного – 20,09 %, концентрированных кормов – 29,49 %, добавки кормовой – «Балансирующая – 2» (энергия) и (белок) – соответственно 0,44 и 6,04 %, что обеспечило в суточном рационе общую питательность в 19,12 кормовых единиц (10,46 МДж ОЭ и 14,76 % сырого протеина) в 1 кг сухого вещества, необходимую для получения надоя молока не менее 20 кг, а также «Витамида – КМК-61Ст» (корм минеральный комплексный) для высокопродуктивных коров, кормовой монокальцийфосфат), поваренную соль.

Биохимические исследования крови проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Полученный в опытах цифровой материал обработан методом вариационной статистики [5]. Разницу между теми или иными показателями считали достоверной при уровне значимости ($P < 0,05$).

Результаты исследований и их обсуждение. Применение повышенных норм обусловило более широкое соотношение кальция и фосфора в рационах коров I и II опытных групп: в основной период лактации макроэлементов – 1,664 (+7,69 %) и 1,707(+10,46 %) вместо 1,545 в контрольной, в заключительный период лактации – 1,787 (+0,69 %) и 1,795 (+1,12 %) вместо 1,775 % в контрольной соответственно.

Применение коровам в заключительный период лактации вышеназванных элементов в испытуемых дозах не оказало отрицательного влияния на аппетит животных, так как поедаемость кормов рациона во всех группах была хорошей, нарушения пищеварения не наблюдалось.

В ходе исследований установлено, что использование в кормлении коров красной молочной породы рационов, разработанных согласно новым умеренно повышенным нормам потребности в ряде макроэлементов (I опытная группа) по сравнению с существующими в контрольной группой, обусловило повышение молочной продуктивности (таблица 2).

Таким образом, в основной период лактации (свыше 100 дней после отела) через 50 дней учётного периода у коров I опытной группы выявили тенденцию получения более высокого среднесуточного надоя молока как натуральной, так и 4%-ной жирности по сравнению с налогами: в контрольной – на 6,31 и 4,63 %, во II опытной групп – на 3,89 и 2,97 % соответственно. В то же время содержание белка в молоке коров I опытной группы было несколько ниже по сравнению с контрольной и II опытной группами на 1,02 и 0,71 %. Тем не менее соотношение между

жиром и белком в I опытной группе оказалось более умеренным – 1,2645 против 1,2857 и 1,2726 соответственно в контрольной и II опытной группах. По выходу молочного белка коровы I опытной группы также превосходили аналогов как контрольной, так и II опытной групп на 5,23 и 2,02 %. Устойчивость лактации во времени, или снижение надоя молока по сравнению с исходным, у коров I опытной группы по отношению к контрольной и II опытной группам оказалась более выраженной – на 0,145 и 0,07 %.

Таблица 2 – Показатели молочной продуктивности в основной и заключительный цикл лактации (в среднем на 1 гол.)

Физиологический цикл	Показатель	Группа		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Основной	В начале учетного периода (110 дней):			
	Суточный надой молока, кг: натуральной жирности	33,22	35,38	34,03
	4%-ной жирности	38,35	40,13	38,94
	в % к контролю	100,00	104,63	101,53
	Содержание белка, %	3,910	3,860	3,900
	в % к контролю	100,00	98,73	99,73
	Через 50 дней периода:			
	Суточный надой молока, кг: натуральной жирности	29,92	31,81	30,62
	4%-ной жирности	34,55	36,09	35,05
	в % к контролю	100,00	104,46	101,45
	Содержание белка, %	3,9134	3,8734	3,9012
	в % к контролю			
	Выход белка, кг	:	1,232	1,1945
	-//- в % к контролю	100,00	105,23	102,02
	Снижение надоя молока в сравнении с исходным, %	9,91	10,06	9,98
	в % к контролю	-	+0,145	+0,07
	Суточный выход молока базисной жирности (3,6%), кг	41,82	43,28	42,23
	Выход продукции в денежном выражении, руб.	42,32	43,80	42,73
	в % к контролю	100,00	103,49	100,97

1	2	3	4	5
Заключительный	В начале учетного периода (210 дней):			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности, кг	24,49	25,97	25,03
	4%-ной жирности	28,29	29,49	28,68
	в % к контролю	100,00	104,24	101,37
	Содержание белка, %	3,9112	3,8775	3,9023
	в % к контролю	100,00	99,14	99,77
	Через 50 дней периода:			
	Суточный надой молока, кг:			
	натуральной жирности, кг	21,10	22,35	21,55
	4%-ной жирности	24,38	25,39	24,70
	в % к контролю	100,00	104,16	101,33
	Содержание белка, %	3,8978	3,8778	3,8942
	в % к контролю			
	Выход белка, кг	0,822	0,866	0,839
	в % к контролю	100,00	105,38	102,04
	Снижение надоя молока в сравнении с исходным, %	13,82	13,89	13,86
	в % к контролю	-	- 0,068	- 0,037
	Суточный выход молока базисной жирности (3,6%), кг	29,52	30,47	29,79
	Выход продукции в денежном выражении, руб.	29,87	30,84	30,38
	в % к контролю	100,00	103,22	101,70

В заключительный период лактации (спустя 200 дней после отёла) через 50 дней учетного периода у коров I опытной группы выявили тенденцию получения более высокого среднесуточного надоя молока как натуральной, так и 4%-ной жирности относительно аналогов: в контрольной – на 5,92 и 4,16 %, во III опытной групп – на 3,71 и 2,80 % соответственно. В то же время содержание белка в молоке коров I опытной группы было несколько ниже по сравнению с контрольной и II опытной группами на 0,52 и 0,09 %. Тем не менее соотношение между жиром и белком в I опытной группе оказалось более умеренным – 1,2657 против 1,2925 и 1,2778 соответственно в контрольной и II опытной группах. По выходу молочного белка коровы I опытной группы также превосходили аналогов контрольной и II опытной групп на 5,38 и 2,04 % соответственно. Устойчивость лактации во времени, или снижение надоя молока, по сравнению с исходным, у коров I опытной группы по отношению к контрольной и II опытной группам оказалась менее выраженной на 0,068 и 0,037 %.

Оптимизация типа кормления, а также норм потребности в вышеназванных минеральных элементах для коров I опытной группы сопровождалась тенденцией улучшения состава и свойств крови.

Таким образом, в основной период лактации выявлены более высокие уровни эритроцитов (на 12,07 %), и их насыщенность гемоглобином (на 9,55 %), а также количество тромбоцитов в крови коров контрольной и I опытной групп незначительно превышало минимальное референтное значение.

Концентрация глюкозы в крови коров контрольной группы проявлялась существенно выше по сравнению I и II опытной группами соответственно на 7,20 ($P < 0,05$) и 8,36% ($P < 0,02$).

Уровень общего белка и соотношение в нём альбуминовой и глобулиновой фракций в крови коров контрольной группы по сравнению с I и II опытными группами оказался выше на 5,17 и 4,73 % соответственно. Отмечено значительное превышение концентрации общего холестерина относительно верхнего референтного значения в 1,45, 1,49 и 1,69 раза, невысокую активности ферментов амилазы, АЛТ, ЛДГ относительно верхнего референтного значения, а также существенное снижение активности фермента АСТ в контрольной по сравнению с таковой в I и II опытной группах соответственно на 10,91 ($P < 0,05$) и на 15,74 % ($P < 0,01$) при сниженном уровне цинка относительно порога минимального референтного значения.

В заключительный период лактации определены более высокие уровни эритроцитов (на 11,79 %) и их насыщенность гемоглобином (на 12,12 %). Отмечен невысокий уровень гематокрита крови коров подопытных групп относительно порога минимального референтного значения, который, в свою очередь, в I опытной группе превышал таковой в контрольной и II опытной на 17,81 и 13,23 % соответственно.

Уровень общего белка в крови коров всех групп при завершении лактации оказался невысоким и незначительно превышал нижний порог минимального референтного значения, при этом в его составе проявлялось пониженное содержание альбуминовой фракции по сравнению с глобулиновой. По содержанию общего кальция, фосфора, магния, калия, натрия, железа, меди и цинка в крови коров подопытных групп заметных различий не установлено, однако уровень последнего не превышал границы минимального референтного значения.

Наибольшая выручка от реализации молока условной базисной жирности получена от коров в I опытной группе, которая с учётом стоимости израсходованных балансирующих энергетических и белково-витаминно-минеральных добавок, составила: в основной период лактации – 34,48 руб. и была выше по сравнению с контрольной и II опытной группами соответственно на 0,96 и 1,31 руб. или на 2,86 и 3,95 %; в

заключительный период лактации – 23,74 руб. и была выше по сравнению с контрольной и II опытной группами соответственно на 0,78 и 0,59 руб. или на 3,40 и 2,55 % в ценах 2024 г.

Следовательно, применение в рационах высокопродуктивных коров красной молочной породы новых умеренно повышенных норм потребности по макро- и микроэлементам (Ca, P, Mg, S, Cu, Zn, Co, Mn, I и Se) от 2 до 5 % может стать одним из эффективных приёмов повышения молочной продуктивности животных и нормализации обменных процессов.

Вывод. В результате сравнительной оценки выявлено преимущество умеренно повышенных норм потребностей в кальции, фосфоре, магнии и сере от 2 до 5 % в расчёте на 1 кг сухого вещества рациона для коров красной молочной породы, что обусловлено тенденцией получения более высокого суточного надоя молока стандартизированной 4%-ной жирности как в основной, так и заключительный период лактации соответственно на 6,47 и 6,50 %, большего выхода молочного белка на 6,73 и 7,02 %, большую устойчивость лактации во времени на 0,18 и 0,07 %, активизацию функции кроветворных органов, что свидетельствует об оптимальном их уровне и может стать одним из факторов по повышению биологической полноценности рационов.

Литература

1. О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021-2025 годы : Указ Президента Республики Беларусь № 156 от 7 мая 2020 г. // Пресс-служба Президента Республики Беларусь. – URL: <https://president.gov.by/ru/documents/ukaz-no-156-ot-7-maya-2020-g> (дата обращения: 5.03.2025 г.).
2. Нормы кормления крупного рогатого скота / Н. А. Попков, В. Ф. Радчиков, А. И. Саханчук [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2011. – 260 с. – ISBN 978-985-6895-10-7.
3. Влияние энерго-протеиновых добавок разного состава на продуктивность молодняка крупного рогатого скота / В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот [и др.] // Аспекты животноводства и производства продуктов питания : материалы Междунаро. науч.-практ. конф. «Актуальные направления инновационного развития животноводства и современных технологий продуктов питания, медицины и техники», Персиановский, 28-29 нояб. 2017 г. / Донской ГАУ. – пос. Персиановский, 2017. – С. 98-105.
4. Методические рекомендации по совершенствованию норм кормления, разработке и оценке рецептов комбикормов, добавок и премиксов для сельскохозяйственных животных / М.Ф. Томмэ, Н.И. Денисов, А. В. Модянов [и др.] ; ВИЖ. – Дубровицы, 1977. – 68 с.
5. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

Поступила 1.04.2025 г.

А.И. САХАНЧУК¹, Е.Г. КОТ¹, М.Г. КАЛЛАУР¹, Т.А. БУРАКЕВИЧ¹,
П.В. ЛАМНЕВ²

ВЛИЯНИЕ СИСТЕМЫ КОРМЛЕНИЯ НА ЗООТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ И РУБЦОВОЕ ПИЩЕВАРЕНИЕ

*¹Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси
по животноводству, г. Жодино, Республика Беларусь*

*²Министерство сельского хозяйства и продовольствия
Республики Беларусь, г. Минск, Республика Беларусь*

В статье представлены результаты исследований, целью которых было установить эффективность влияния элементов системы кормления на зоотехнические показатели и рубцовое пищеварение коров. Изучалось также состояние здоровья животных и изучались параметры внутренней среды рубца во II фазу сухостоя. Исследования показали, что изучаемые элементы системы кормления позволили повысить переваримость основных питательных веществ рациона на 1,4-2,1 п. п. Также установлено их положительное воздействие на стабильность состава микробиома рубца, в основном представленной целлюлолитическими бактериями, количество которых увеличилось на 5,8-11,5 %.

Ключевые слова: рацион, концентраты, кукурузный силос, сенаж, II фаза сухостоя, переваримость, pH рубца, температура, микрофлора рубца, состав микробиоты

A.I. SAKHANCHUK¹, E.G. KOT¹, M.G. KALLAUR¹,
T.A. BURAKEVICH¹, P.V. LAMNEV²

INFLUENCE OF FEEDING SYSTEM ON ZOOTECHNICAL INDICATORS AND RUMINAL DIGESTION

*¹Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

*²Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

This paper contains the results of research aimed at determining the effectiveness of the influence of feeding system elements on zootechnical parameters and ruminal digestion of cows. The state of animal health and parameters of the internal environment of the rumen in the 2nd phase of the dry period were also studied. The research showed that the studied elements of the feeding system ensured an increase in the digestibility of the main nutrients of the diet by 1.4-2.1 percentage points. Their positive effect on the stability of the rumen microbiome composition, mainly represented by cellulolytic bacteria, the number of which increased by 5.8-11.5%, was also

established.

Key words: diet, concentrates, corn silage, haylage, 2nd phase of the dry period, digestibility, rumen pH, temperature, rumen microflora, microbiota composition.

Введение. Основная проблема современной стратегии молочного животноводства состоит в необходимости обеспечить максимальное использование питательных веществ рационов при минимизации риска дисбиоза экосистемы рубца, расстройства пищеварения и возникновения метаболических нарушений. Известно, что потребности молочных коров в энергии удовлетворяются до 70 % за счёт микробной ферментации. Это указывает на важнейшую роль микробиоты рубца в метаболизме животных и необходимости изучения состава и функций микроорганизмов [1].

Уникальная особенность метаболизма жвачных – их способность переваривать растительную клетчатку, содержащую целлюлозу, гемицеллюлозу и ксиланы, благодаря сложившемуся в процессе эволюции симбиозу с микробиотой рубца [2, 3, 4]. Представители микробиома пищеварительной системы, различающиеся по филогенезу, неразрывно связаны между собой, их симбиотические отношения и метаболические сети играют центральную роль в функционировании рубца, особенно в переваривании клетчатки [5].

Кормление сухостойных коров должно быть направлено на снижение риска возникновения послеотельных осложнений, что предопределяет использование кормов высокого качества, содержащих повышенное количество клетчатки и умеренную долю концентратов. Это стимулирует жевательную активность, моторику рубца, повышает pH, способствует микробиоту рубца и, следовательно, общую метаболическую активность животных [6, 7, 8]. Ряд исследователей [4, 9, 10] отмечают высокое разнообразие рубцовой микробиоты, состоящей в основном из целлюлолитических бактерий, у коров в сухостойный период.

Таким образом, целью работы было установить эффективность влияния элементов системы кормления на зоотехнические показатели, рубцовое пищеварение, состояние здоровья животных и изучить параметры внутренней среды рубца (t, pH рубца) во II фазу сухостоя и опыт *in vivo*.

Материал и методика исследований. Для решения поставленных задач на высокопродуктивных коровах голштинской породы молочного скота отечественной селекции живой массой 600-650 кг, отобранных по принципу пар-аналогов согласно методике [11], в условиях ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области МТФ «Березовица» и физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» проведён научно-хозяйственный опыт.

Для опыта в условиях физиологического корпуса при привязном содержании (таблица 1) сформированы две группы животных: опытная и контрольная. Основной рацион по набору кормов контрольной и опытной группы был одинаковым и состоял из объёмистых (сенаж, сено, силос), а также концентрированных кормов. Для восполнения дефицита питательных веществ и витаминов скармливали добавку кормовую балансирующую-2 (белок, энергия, минералы).

Таблица 1 – Схема научно-хозяйственных опытов на животных

Группа	Количество голов	Продолжительность, суток	Условия кормления
Научно-хозяйственный опыт 1			
II фаза сухостоя			
Контрольная	10	21	ОР (основной рацион), сенаж, силос, сено, концентраты (18% сырого протеина)
Опытная	10	21	Оптимальный рацион - сенаж, силос, сено, концентраты (20% сырого протеина)

В таблице 2 указан состав комбикормов, используемый в эксперименте. Комбикорма вводились в состав кормосмеси.

Таблица 2 – Рецепты комбикормов

Наименование корма	Контрольный комбикорм 18% СП	Опытный комбикорм 20% СП
<i>I</i>	<i>2</i>	<i>3</i>
Зерно пшеницы, г	12	12
Зерно ячменя, г	29	22
Зерно тритикале, г	16	16
Зерно кукурузы, г	7	7
Зерно овса, г	4	4
Шрот подсолнечный, г	13	20
Шрот рапсовый, г	15	15
Мел кормовой, г	1	1
Монокальцийфосфат, г	1	1
Соль поваренная, г	1	1
Премикс, г	1	1
В 1 кг содержится		
Сухого вещества, кг	0,9	0,9
ОЭ КРС, МДж	10,6	10,5
Сырого протеина, г	187	208

1	2	3
Сырого жира, г	20,3	20,9
Сырой клетчатки, г	65,6	73,5
Кальция, г	11,8	12,0
Фосфора, г	11,4	11,7

Так, содержание сырого протеина в опытной комбикорме было выше на 11,2 %, по остальным показателям разница оказалась незначительной.

Зоотехнический анализ кормов проводили в лаборатории технологии кормопроизводства и биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по общепринятым методикам.

Для изучения рубцового пищеварения у коров были проведены операции по канюлированию рубца. Пробы содержимого рубца отбирались через фистулу спустя 2-2,5 часа после утреннего кормления в течение двух дней четыре раза в месяц [12].

Для изучения качественного и количественного состава микробиома рубца у фистульных коров голштинской популяции проведен отбор рубцовой жидкости с её фильтрацией через несколько слоев марли. Высеивали на питательные среды с разведением 10^{-4} , 10^{-5} , 10^{-6} методом Дригальского и инкубировали при температуре $39 \pm 0,5$ °C в течение 24 часов, после чего получали изолированные колонии. Идентификацию микроорганизмов проводили методом масс-спектрометрии (MALDI) на приборе серии Microflex LRF (Bruker Daltonik, Германия) в институте биоорганической химии.

Цифровые данные обработаны биометрически методом вариационной статистики [13].

Результаты исследований и их обсуждение. Основным элементом во время проведения научно-хозяйственного опыта на коровах во 2-ю фазу сухостоя был постепенный перевод животных от 1-й фазы ко 2-й фазе сухостоя. Контрольный рацион с 1-го и по 20-й день состоял из 10 кг сенажа злакового, 20 кг силоса кукурузного и 3,0 кг комбикорма КК61-П. Питательность контрольного рациона составила: КОЭ в сухом веществе – 10,4 МДж/кг, сырого протеина – 143,8 г, РП – 77,4 г, НРП – 47,5 г, сырой клетчатки – 22,7 %, сырого жира – 4,3 %, кальциево-фосфорное отношение – 1:1,5.

В рацион контрольной группы включали комбикорм КК61-П с 18 % сырого протеина, в составе которого находилось до 15 % шрота рапсового и до 13 % шрота подсолнечного (28 % шрота). В опытной группе использовали комбикорм КК61-П с 20 % сырого протеина с включением 20 % шрота подсолнечного и 15 % шрота рапсового (35 % шрота). Содержание сырого протеина в опытной комбикорме было выше на

11,2 %, по остальным показателям разница оказалась незначительной.

В опытной группе для проверки эффективности элементов системы кормления дачу комбикорма увеличивали постепенно, начиная с 5-го дня, через каждые пять дней на 0,5-1,0 кг (примерно 0,200 кг в сутки).

При постепенной смене рациона в опытной группе на 5-й день среднесуточный рацион кормления состоял из: сена злаково-бобового – 1,0 кг, сенажа злакового – 20,0 кг, силоса кукурузного – 9,0 кг, комбикорма КК61-С – 1,0 кг (прибавка составила 0,5 кг).

На 5-й день кормления питательность опытного рациона была следующей: КОЭ в сухом веществе – 9,4 МДж/кг, сырого протеина – 123,1 г, РП – 84,1 г, НРП – 41,4 г, сырой клетчатки – 21,6 %, сырого жира – 3,6 %, кальциево-фосфорное отношение – 1:1,5.

На 10 день опытный рацион состоял из: 1 кг сена злаково-бобового, 12 кг силоса кукурузного, 17 кг сенажа злакового, 2,0 кг комбикорма (прибавка составила 1,0 кг). Питательность опытного рациона в этот период составила: КОЭ в сухом веществе – 10,0 МДж/кг, сырого протеина – 138,2 г, РП – 92,6 г, НРП – 45,6 г, сырой клетчатки – 21,5 %, сырого жира – 3,9 %, кальциево-фосфорное отношение – 1:1,58.

Начиная с 15-го дня, рацион кормления в опытной группе соответствовал рациону для сухостойных коров II фазы: сено злаково-бобовое – 1 кг, силос кукурузный – 14 кг, сенаж злаковый – 14 кг, комбикорм – 3,0 кг. Концентрация ОЭ в сухом веществе составила 10,5 МДж/кг, сырого протеина – 14,7 %, РП – 98,5 г, НРП – 48,5 г, сырой клетчатки – 22,0 %, сырого жира – 4,3 %, кальциево-фосфорное отношение – 1:1,54. Содержание НДК составило 40 %, КДК – 23 %.

Таким образом, в опытной группе на 15-й день наблюдалось повышение содержания сырого протеина на 3,1 %, КОЭ – на 1,0 %, благодаря включению в состав рациона комбикорма КК61-П с содержанием сырого протеина 20 % и более оптимальным содержанием силоса к сенажу в соотношении 1:1, в то время как в контрольном рационе соотношение силоса к сенажу было 2:1.

Для оценки и контроля состояния здоровья и пищевого поведения коров важным критерием является жвачка (руминация), её наличие, длительность, количество жующих животных за определённый период времени. Благодаря жвачке корм из преджелудка отрыгивается в ротовую полость, снова пережёвывается, смешивается со слюной и вторично проглатывается. Процесс жвачки проявляется периодически днём и ночью и является необходимым условием для лучшего переваривания растительного корма. Продолжительность жвачных периодов варьируется в пределах 30-60 минут, которые чередуются периодами покоя. Обычно начинается вскоре после окончания приёма корма, затем пауза, длящаяся примерно 1 час, затем новый период

жвачки.

Каждый жвачный период является физиологическим этапом жизнедеятельности, в течение которого у животного совершается ряд рефлекторных процессов. Продолжительность жвачного периода определяется числом отдельных циклов (от 5 до 80). Каждый цикл длится 50-60 секунд. Жвачный период в среднем занимает 6-8 часов, в отдельных случаях – до 10 часов. В основном жвачка проходит с 8 часов вечера до 8 утра, в течение дня жвачные периоды менее регулярны. У здоровых животных жвачка начинается достаточно быстро – через 20-30 минут после приёма корма [14].

Проводить подсчёт количества жевательных движений в минуту можно индивидуально у конкретной коровы или же фиксировать количество одновременно жующих животных в выбранной группе из 10 голов (5-6 из них должны жевать жвачку). В минуту здоровые животные делают 55-60 жевательных движений, при ацидозе рубца – 35-45. Было отмечено, что у опытных животных, которым в рацион постепенно вводили комбикорма, количество жевательных движений увеличилось на 3,8-2,9 % и тем самым произошло улучшение потребления корма. Во время проведения подсчёта опытные животные делают 55-72 жевательных движений в минуту, в контроле этот показатель был на уровне 53-70 жевательных движений, что указывает на отсутствие ацидоза. С целью изучения переваримости основных питательных веществ кормов на фоне научно-хозяйственного опыта проведён опыт *in vivo* на высокопродуктивных коровах.

Полученные в ходе эксперимента результаты (таблица 3) свидетельствуют о том, что коэффициенты переваримости питательных веществ были выше у животных опытной группы по сравнению с коровами контрольной группы: по сухому веществу – на 1,3 п. п., органическому веществу – на 1,4, сырому протеину – на 1,2, сырой клетчатке – на 0,8, БЭВ – на 1,4 п. п. По сырому жиру, переваримость оказалась одинаковой.

Таблица 3 – Коэффициенты переваримости питательных веществ, %

Показатель	Группа	
	Контроль	Опыт
Сухое вещество	65,8±1,52	67,1±0,82
Органическое вещество	67,1±0,08	68,5±0,24
Сырой протеин	66,2±1,12	67,4±1,10
Сырая клетчатка	55,7±1,41	56,5±1,38
Сырой жир	54,4±0,87	54,8±0,05
БЭВ	69,3±0,91	70,7±1,1

Таким образом, можно сделать вывод о том, что использование элементов системы кормления, таких как изменение рациона на 5-й, 10-й и 15-й день путём повышения доли концентратов, оптимальное соотношение силоса к сенажу 1:1, увеличение содержания сырого протеина в сухом веществе, в кормлении высокопродуктивных коров способствует повышению переваримости основных питательных веществ на 0,8-2,1 п. п.

Оперативным индикатором, раскрывающим объективную картину поступления питательных веществ к синтезирующим органам и тканям организма, является кровь, играющая важную роль в организме животных. Одна из её основных функций – транспорт питательных веществ (продуктов обмена – метаболитов) к органам метаболизма, поэтому одним из важных методов контроля над питанием животных является биохимический анализ крови. Однако, несмотря на подвижность и изменчивость крови, её показатели в каждый момент соответствуют функциональному состоянию организма, поэтому исследование крови является одним из важнейших диагностических методов (таблицы 4 и 5).

Таблица 4 – Гематологические показатели крови

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	начало	конец	начало	конец
Гемоглобин, г/л	103,0±2,18	99,0±2,18	100,0±1,15	99,7±2,18
Эритроциты, 10 ¹² /л	5,09±0,14	5,60±2,18	4,49±0,04	5,62±2,18
Лейкоциты, 10 ⁹ /л	16,8±1,55	8,8±2,18	15,1±2,66	8,5±2,18
Тромбоциты, 10 ⁹ /л	209,0±28,5	202,0±2,18	262,0±11,6	240,0±2,18
Гематокрит, %	28,0±0,98	29,3±2,18	27,3±1,17	28,7±2,18

Таблица 5 – Биохимические показатели крови

Показатель	Контрольная группа		Опытная группа	
	начало	конец	начало	конец
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Общий белок, г/л	64,1±3,02	73,3±3,02	75,3±3,02	79,3±3,34
Альбумины, г/л	27,7±0,89	27,9±3,02	33,4±3,02	33,9±2,3
Глобулины, г/л	36,5±2,22	45,4±3,02	41,9±3,02	45,4±2,20
Мочевина, ммоль/л	2,62±0,57	4,62±3,02	2,96±0,52	4,54±3,02
Холестерин, ммоль/л	1,55±0,14	2,23±3,02	2,59±0,18	2,1±3,02
Глюкоза, ммоль/л	3,21±0,30	3,01±3,02	3,34±0,32	3,25±3,02
Общий билирубин, кмоль/л	7,05±0,79	5,28±3,02	6,43±0,59	6,12±3,02
Прямой билирубин, кмоль/л	2,23±0,47	1,43±3,02	1,87±0,43	1,47±3,02
Креатинин, мкмоль/л	100,4±9,10	72,4±3,02	115,3±9,79	75,4±3,02
Триглицериды, ммоль/л	0,23±0,01	0,22±3,02	0,29±0,03	0,3±3,02

1	2	3	4	5
Амилаза, ед./л	29,0±2,8	24,8±3,02	19,8±4,2	22,8±3,02
АЛТ, ед./л	30,2±1,84	36,1±3,02	37,0±2,47	32,1±3,02
АСТ, ед./л	55,1±2,61	64,5±3,02	69,4±6,84	63,9±3,02
ЛДГ, ед./л	465,2±45,7	417,1±3,02	352,4±64,1	398,4±3,02
Ca, ммоль/л	1,89±0,07	2,36±3,02	2,16±0,08	2,41±3,02
P, ммоль/л	1,8±0,15	1,5±3,02	1,7±0,09	1,67±3,02
Mg, ммоль/л	0,84±0,05	0,93±3,02	0,97±0,04	0,93±3,02
K, мкмоль/л	2,49±0,08	2,07±3,02	2,54±0,14	2,03±3,02
Na, ммоль/л	97,2±3,06	129,7±3,02	131,8±13,2	123,1±3,02
Zn, мкмоль/л	9,1±1,14	10,9±3,02	11,6±1,36	11,9±3,02
Cu, мкмоль/л	9,4±1,42	10,3±3,02	11,8±2,12	9,8±3,02
Fe, мкмоль/л	17,1±1,65	24,6±3,02	27,6±2,66	25,8±3,02

Гематологические и биохимические показатели крови животных находились в пределах физиологической нормы. В контрольной группе на начало проведения опыта оказалось несколько повышенное содержание лейкоцитов, гемоглобина и эритроцитов, однако достоверной разницы не было получено.

В конце опытного периода произошло некоторое снижение гемоглобина на 0,7 %, однако это связано в первую очередь со стельностью животных. Произошло закономерное снижение лейкоцитов в конце исследований в обеих группах на 47,6 и 43,7 % и в конце опытного периода в опытной группе этот показатель снизился на 3,4 %.

Биохимические показатели также находились в пределах физиологической нормы. В организме животного происходит постоянный обмен между тканевыми белками и белками плазмы, и содержание общего белка, характеризующего состояние, и уровень обмена веществ в организме животных находился на уровне 64,1-75,3 и 73,3-79,3 г/л и был выше по сравнению с контрольной группой на 17,5-23,7 %. Такая же тенденция наблюдалась и по таким показателям как альбуминам и глобулинам плазмы крови (фракции альфа и бета), которые так же, как и альбумины являются переносчиками различных питательных веществ. Альбуминам принадлежит особая роль в транспортировке липидов, углеводов, лекарственных и других малорастворимых веществ. Они имеют большое значение как пластический материал и служат для питания клеток. На начало опыта наблюдалось увеличение содержания альбуминов и глобулинов в крови животных на 22,4 и 24,4 %. В опытной группе оказалось несколько пониженное количество прямого и общего билирубина на 16,2 и 8,8 %. Остальные показатели были несколько выше в опытной группе и находились в пределах физиологической нормы.

Состояние голода у беременной коровы наступает более быстро, чем у небеременной, что является результатом повышенного использования глюкозы и аминокислот растущим плодом. При этом уровень глюкозы, аминокислот и инсулина в крови быстро падает, что наблюдалось в проведённом эксперименте: на конец опыта в обеих группах произошло снижение глюкозы на 0,1-0,2 п. п., однако относительно контроля этот показатель всё же был выше в опытной группе.

Параметры внутренней среды рубца t и pH , а также состав микрофлоры рубца в обеих группах, согласно проведённому анализу рубцовой жидкости (таблица 6), были следующими: pH (активная кислотность) в контрольной группе в конце исследований находилась в пределах 6,37, что составило 2,1 % по отношению к началу исследований, межгрупповые колебания составили 0,13 ед.

Таблица 6 – Показатели внутренней среды рубца подопытных животных

Показатель		Контроль	Опыт	Норма
pH рубцовой жидкости	начало	6,24±0,03	6,28±0,02	6,0-7,3
	конец	6,37±0,04	6,48±0,03	
t° рубца	начало	38,6±0,26	39,1±0,15	38,0-40,0
	конец	39,4±0,06	39,6±0,21	

В опытной группе этот показатель находился на уровне 6,48 или на 3,2 % выше по сравнению с началом исследований, отклонения составили 0,20 ед. в сторону небольшого сдвига кислотности рубца в сторону щелочной среды. Относительно контрольной группы колебания составили 0,11 ед., а разница – 1,7 %. Температурный показатель в обеих группах находился на уровне 38,6 и 39,1 $^{\circ}C$ на начало проведения опыта и на уровне 39,4 и 39,6 $^{\circ}C$, без отклонений от нормативных показателей.

Таким образом, при использовании рациона с постепенным введением комбикорма на 5-й, 10-й и 15-й день колебания pH кислотности и температуры внутри рубца оставались в стабильном состоянии и находились в пределах физиологической нормы, характерной для здоровых животных.

Микрофлора рубца определяет состояние здоровья и молочную продуктивность коров, поскольку рубцовые бактерии – практически единственный источник ферментов, необходимых для расщепления растительных кормов в рубце жвачных. В норме микробные популяции действуют слаженно, их соотношение между желательной и условно-патогенной микрофлорой находится в оптимальном количестве, при этом полезные микроорганизмы контролируют рост и жизнедеятельность условно патогенных бактерий в рубце, которые выполняют те же функции, что и желательная микрофлора, т. е. обладают целлюлозолитическими, протеолитическими и другими свойствами.

Исследование микробиома рубцовой жидкости показало, что доминирующими таксоном в рубце коров голштинской породы, является *Bacteria* – 89 % от общего числа классифицированных микроорганизмов. Остальные 11 % приходились на простейших. Вместе с тем, в микробиомах кишечника высокопродуктивных коров второй фазы сухостоя также выявлены филумы, такие как *Bacteroides* в количестве 22 %, *Firmicutes* – 45 %, *Actinobacteria* – 22 %, указанные на рисунке 1.

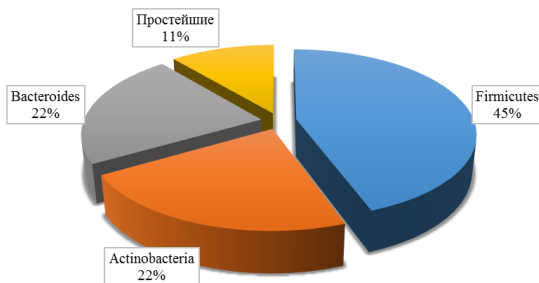


Рисунок 1 – Среднее содержание микроорганизмов в рубце

Данные группы являются широко распространёнными в рубце коров, которые участвуют в стимуляции жевательной активности, способствуют повышению pH, улучшению метаболической активности.

В сухостойный период разнообразие микробиоты в основном представлено целлюлолитическими бактериями. Благодаря методу MALDI получены результаты с усреднённым значением 3-х независимых опытов, которые указывают на изменение соотношения микроорганизмов в рубце коров (рисунок 2).

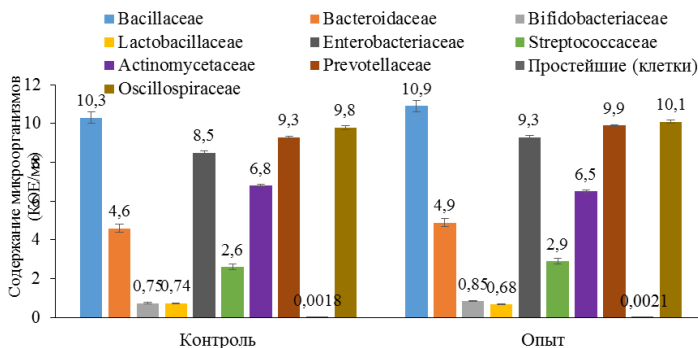


Рисунок 2 – Содержание микроорганизмов в рубце коров, 10⁹ (КОЕ/мл)

Стабильное и более полноценное питание животных в период проведения опыта стимулировало количественный прирост таких бактерий, как:

1) семейства *Bacillaceae*, *Prevotellaceae*, *Enterobacteriaceae* и *Streptococcaceae*, способных синтезировать различные метаболиты, играющие роль в регуляции количества патогенной или условно-патогенной микрофлоры в рубце; их количество увеличилось на 5,8-11,5 % в опытной группе;

2) семейства *Bacteroidaceae*, являющиеся хорошим показателем, поскольку их большая часть обладает целлюлазной активностью, и расщепление целлюлозы происходит эффективнее, а следовательно, увеличивается синтез ЛЖК, которые являются источниками энергии, а также влияют на жирность молока; их количество возросло на 6,5 %;

3) семейства *Oscillospiraceae*, обладающие большим количеством гликозидгидролаз, деградирующие целлюлозы и гемицеллюлозы; их количество увеличилось на 3,1 %;

4) семейства *Bifidobacteriaceae* обладающие антимикробной и ферментативной активностями; их содержание возросло на 13,3 % относительно контрольной группы.

Хотя содержание простейших намного меньше в количественном соотношении, чем других представителей полезной микрофлоры, но они также выполняют важную функцию в переваримости корма, так как способны расщеплять белки, сахара, крахмал и остальные компоненты корма, уменьшают риск возникновения ацидоза и обладают ферментативной активностью и способствуют стабилизации рубцовой среды. Их содержание в рубцовой жидкости увеличилось на 16,7 % в опытной группе.

Отмечено уменьшение бактерий семейств *Lactobacillaceae* и *Actinomycetaceae* на 8,1-4,4 %. Представители лактобацилл приводят к закислению рубца, в следствие чего развивается лактатный ацидоз. Представители актиномицетов вызывают развитие актиномикоза, послеотельного эндометрита и заболевание копыт.

Был проведён анализ показателей рубцовой ферментации коров (таблица 7), при этом отмечено заметное увеличение общего числа микроорганизмов в опытной группе на 5,9 % в конце опыта по отношению к контрольной группе. Наибольшей целлюлозолитической активностью обладают бактерии семейств *Ruminococcaceae*, *Lachnospiraceae*, *Clostridiaceae*, *Eubacteriaceae*, *Thermoanaerobacteraceae* филума *Firmicutes*, *Prevotellaceae* и *Flavobacteriaceae* филума *Bacteroidetes*.

Они расщепляют клетчатку до моносахаров и ЛЖК, последнее из которых обеспечивают макроорганизм энергией на 40-80 %. У здоровой коровы общая численность целлюлолитических и прочих «полезных»

микроорганизмов достигает 26 % от общей численности.

Таблица 7 – Показатели целлюлозолитической активности в рубце

Показатель	Контроль		Опыт	
	начало опыта	конец опыта	начало опыта	конец опыта
Общее количество микроорганизмов в рубце, 10^9 (КОЕ/мл)	45,80±0,04	45,85±0,05	46,53±0,09	48,55±0,1
Целлюлозолитическая активность, %	17,55±0,2	17,60±0,1	17,62±0,03	18,86±0,03

Согласно проведённым исследованиям, показатели целлюлозолитической активности в рубце опытной группы животных находились на уровне 18,86 % и выросли на 7,2 п. п. к концу опыта. Межгрупповые различия к концу опыта оказались следующими: в контрольной группе возросли на 0,3 п. п., в опытной группе возросли на 7,03 п. п. по сравнению с началом опыта.

Вывод. Результаты научно-хозяйственного опыта на высокопродуктивных коровах во II фазу сухостя показали эффективность влияния элементов системы кормления (изменение рациона на 5-й, 10-й и 15-й день путём повышения доли концентратов, оптимальное соотношение силоса к сенажу 1:1, увеличение содержания сырого протеина в сухом веществе), отразившееся в повышении переваримости основных питательных веществ рациона на 1,4-2,1 п. п.

Элементы системы кормления способствовали стабильности состава микробиома рубца, в основном представленной целлюлолитическими бактериями, такими как семейства *Bacillaceae*, *Prevotellaceae*, *Enterobacteriaceae*, *Streptococcaceae*, *Bacteroidaceae*, причём их количество к концу опытного периода возросло на 5,8-11,5 %, что положительно отразилось на общей численности микроорганизмов и выразилось в увеличении их количества на 5,9 % и повысило целлюлозолитическую активность на 7,2 п. п. к концу опыта, а также на параметрах внутренней среды рубца (рН, t рубца), что находились на уровне рН - 6,48 и t - 39,6 °C.

Литература

1. Bergman, E. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species / E. Bergman // *Physiological Reviews*. – 1990. – Vol. 70(2). – P. 567-590. – DOI: 10.1152/physrev.1990.70.2.567.
2. Koike, S. Fibrolytic rumen bacteria: their ecology and functions / S. Koike, Y. Kobayashi // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. – 2009. – Vol. 22(1). – P. 131-138. – DOI: 10.5713/ajas.2009.r.01.
3. Ильина, Л. А. Изучение микрофлоры рубца крупного рогатого скота на основе молекулярно-биологического метода T-RFLP с целью разработки способов ее оптимизации

: дис. ... канд. биол. наук : 03.01.06 / Ильина Лариса Александровна; [Место защиты: Всерос. науч.-исслед. ин-т животноводства]. – п. Дубровицы, 2012. – 197 с.

4. McCann, J. C. Rumen microbiome and its relationship with nutrition and metabolism / J. C. McCann, T. A. Wickersham, J. J. Loores // *Bioinformatics and Biology Insights*. – 2014. – Vol. 8(8). – P. 109-125. – DOI: 10.4137/BBIS15389.

5. Determining the culturability of the rumen bacterial microbiome / C. J. Creevey, W. J. Kelly, G. Henderson, S. C. Leahy // *Microbial Biotechnology*. – 2014. – Vol. 7(5). – P. 467-479. – DOI: 10.1111/1751-7915.12141.

6. Beauchemin, K. A. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage / K. A. Beauchemin, W. Z. Yang // *Journal of Dairy Science*. – 2005. – Vol. 88(6). – P. 2117-2129. – DOI: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72888-5.

7. Jouany, J.-P. Optimizing rumen functions in the close-up transition period and early lactation to drive dry matter intake and energy balance in cows / J.-P. Jouany // *Animal Reproduction Science*. – 2006. – Vol. 96(3-4). – P. 250-264. – DOI: 10.1016/j.anireprosci.2006.08.005.

8. Invited review: Role of physically effective fiber and estimation of dietary fiber adequacy in high-producing dairy cattle / Q. Zebeli, J. R. Aschenbach, M. Tafaj [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2012. – Vol. 95(3). – P. 1041-1056. – DOI: 10.3168/jds.2011-4421.

9. The periparturient period is associated with structural and transcriptomic adaptations of rumen papillae in dairy cattle / M. A. Steele, C. Schiestel, O. AlZahal [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2015. – Vol. 98(4). – P. 2583-2595. – DOI: 10.3168/jds.2014-8640.

10. Changes in rumen microbiota composition and in situ degradation kinetics during the dry period and early lactation as affected by rate of increase of concentrate allowance / K. Dieho, J. Dijkstra, G. Klop [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2017. – Vol. 100(4). – P. 2695-2710. – DOI: 10.3168/jds.2016-11982.

11. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – Москва : Колос, 1976. – 163 с.

12. Simon Turner, A. *Techniques in Large Animal Surgery* / A. Simon Turner, C. Wayne Mellwraith. – Wiley, 1991. – 381 p.

13. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, испр. – Минск : Высшая школа, 1973. – 320 с.

14. Тумилович, Г. А. Жвачка как индикатор здоровья коровы / Г. А. Тумилович // *Наше сельское хозяйство*. – 2021. - № 8. – С.34-37.

Поступила 20.03.2025 г.

УДК 636.2.[084.523+855.12]:546.42

А.А. ЦАРЕНОК, И.В. МАКАРОВЕЦ

ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА И УРОВНЯ СОДЕРЖАНИЯ ВИТАМИНА D В РАЦИОНЕ НА ПЕРЕХОД ⁹⁰Sr В МОЛОКО

*Институт радиобиологии НАН Беларуси,
г. Гомель, Республика Беларусь*

Обеспечение радиологической безопасности молока является приоритетной задачей в современном животноводстве нашей страны, что обусловлено

строгими требованиями к качеству продукции в условиях современной экономики. В режиме безвыгульного содержания, при недостатке в рационах обменной энергии, минералов, а в организме витаминов А и Е потребность коров в витамине D возрастает. В связи с этим целью исследований стало изучить влияние минерального состава и уровня содержания витамина D в рационе на переход ^{90}Sr в молоко. В ходе проведения радиометрических исследований удельной активности ^{90}Sr в кормах, составлявших основу рациона лактирующих коров, изучены параметры перехода данного радионуклида из рациона в молоко. По результатам исследований сформированы предложения по оптимизации минерального состава и структуры рационов коров, содержащихся в сельскохозяйственных предприятиях Гомельской области, расположенных на территории радиоактивного загрязнения.

Ключевые слова: витамин D, лактирующие коровы, рационы, минеральный состав кормов и рационов, стронций-90.

A.A. TSARENOK, I.V. MAKAROVETS

INFLUENCE OF MINERAL COMPOSITION AND VITAMIN D CONTENT IN THE DIET ON THE TRANSFER OF ^{90}Sr INTO MILK

*Institute of Radiobiology of the National Academy of Sciences of Belarus,
Gomel, Republic of Belarus*

Ensuring radiological safety of milk is a priority task in the current animal breeding of our country, which is due to strict requirements for product quality in the conditions of the modern economy. Indoor maintenance of cattle results in a deficiency of metabolizable energy and minerals in the diets, and vitamins A and E in the organism, while vitamin D requirement increases. In this regard, the aim of the research was to study the influence of mineral composition and vitamin D content in the diet on the transfer of ^{90}Sr into milk. In the course of radiometric surveys of specific activity of ^{90}Sr in feeds that formed the basis of the diet of lactating cows, the parameters of transfer of this radionuclide from the diet into milk were studied. Based on the research results, proposals were formed to optimize the mineral composition and structure of diets of cows kept in agricultural enterprises of the Gomel region, located in the territory of radioactive contamination.

Keywords: vitamin D, lactating cows, diets, mineral composition of feed and diets, strontium-90.

Введение. В условиях современной экономики к продукции животноводства, в частности к молоку, предъявляются высокие требования, касающиеся радиологической безопасности. Нормативное содержание ^{90}Sr в молоке, определяемое санитарно-гигиеническими нормами, не должно превышать 3,7 Бк/кг [1, 2].

Процесс поступления и накопления ^{90}Sr в организме крупного рогатого скота многофакторный. Он зависит от удельной активности

радионуклидов в кормах, произведенных на загрязнённых данным радионуклидом землях, от состояния кормовой базы в целом, а также от технологических элементов, связанных с организацией кормопроизводства, кормоприготовлением, системами кормления и содержания крупного рогатого скота при выращивании и откорме.

Нарушение баланса питательных веществ и минеральных элементов в рационе животных может повысить переход радионуклидов из корма в организм.

Для сельскохозяйственных предприятий, расположенных на территории радиоактивного загрязнения Гомельской области, характерно наличие дефицита кальция в типовых рационах дойных коров, который может достигать 25-30 % в период летне-пастбищного содержания и 35-40 % в зимне-стойловый период. Недостаток кальция в рационе способствует увеличению перехода ^{90}Sr до 7 раз [3, 4, 5, 6].

Проведённые сотрудниками Института радиобиологии НАН Беларуси эксперименты по обогащению рациона молочных коров минеральными добавками (корма минеральные «Гомельские») подтверждают способность макро- и микроэлементов снижать содержание ^{90}Sr в молоке до 16 % и способствуют увеличению суточного надоя молока до 12,5 % относительно исходного уровня [7, 8]. Установлено, что при дополнительном поступлении макро- и микроэлементов в составе кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина 0,6-1,2 % и при этом в целом улучшению сбалансированности рациона по химическому составу и питательности наблюдается снижение перехода ^{90}Sr из рациона в молоко коров на 13,2-23,7 % [9, 10].

Значительное влияние на переход ^{90}Sr из рациона в организм крупного рогатого скота оказывает содержание кальция в потребляемых кормах. Его защитный эффект в большей степени появляется с увеличением возраста животных. Добавки кальция к кормам на фоне дефицитного по этому микроэлементу рациона значительно снижают поступление ^{90}Sr в организм. При этом кальций, содержащийся в кормах, оказывает больший защитный эффект, чем кальций минеральной подкормки. Использование рациона, дефицитного по этому микроэлементу, вызывает существенное увеличение ^{90}Sr в молоке и мясе [11, 12]. Данный вопрос имеет большое практическое значение для тех сельскохозяйственных организаций, где производятся корма с относительно высоким содержанием стронция и, следовательно, есть вероятность получения цельного молока с повышенным содержанием данного радионуклида.

Стронций-90 относится к числу наиболее биологически опасных долгоживущих радионуклидов с периодом полураспада ($T_{1/2}$) = 29,12 года. Поскольку данный нуклид главным образом депонируется в

костной ткани, он длительное время задерживается в организме, подвергая облучению костный мозг. Основным источником поступления ^{90}Sr в организм сельскохозяйственных животных являются корма. После поступления корма в желудочно-кишечном тракте происходит его переваривание, а затем всасывание, при этом коэффициент всасывания ^{90}Sr у разных видов жвачных животных составляет 3-16 % от его введённого количества. В молодом возрасте эти показатели значительно выше [13, 14].

Витамин D особенно важен в рационах дойных коров. Он регулирует фосфорно-кальциевый обмен и влияет на всасывание кальция в кишечнике. Дефицит витамина D приводит к снижению поступления в организм кальция через кишечник.

При безвыгульном содержании, недостатке в рационах обменной энергии, кальция, фосфора и каротина, при избытке органических кислот (силосный и концентратный типы кормления), использовании некачественных жиров и растительного сырья с повышенной концентрацией нитратов, а также при недостатке в организме витаминов А и Е и нарушении соотношения кальция и фосфора в корме (1,2–1,5:1) потребность коров в витамине D возрастает [15, 16, 17, 18].

Таким образом, целью исследований стало изучить влияние минерального состава и уровня содержания витамина D в рационе на переход ^{90}Sr в молоко.

Материал и методика исследований. Для определения содержания витамина D в рационах коров и организме животных в период зимне-стойлового содержания проведён научно-хозяйственный эксперимент на базе МТФ «Дублин» ОАО «Маложинский» Брагинского района Гомельской области в период с 30 марта по 28 апреля 2023 года согласно схеме (таблица 1). Длительность эксперимента составила 30 суток.

Таблица 1 – Схема эксперимента

Группа животных	Количество голов в группе	Продолжительность эксперимента, сут.	Особенности
Контрольная группа	10	30	ОР
I опытная группа	10		ОР + витамин D (перорально)
II опытная группа	10		ОР + витамин D (инъекционно)

Примечание: ОР – основной рацион (сено злаковое – 3 кг/гол/сут; силос кукурузный – 12 кг/гол/сут; концентраты (ячмень – 50 %, овес – 50 %) – 2,4 кг/гол/сут)

Отбор проб сена осуществлялся вручную по периметру скирд и рулонов на равных расстояниях друг от друга на высоте 1,0-1,5 м от поверхности земли со всех сторон с глубины 0,5-1,0 м. Отбор проб силоса проводился в траншеях пробоотборником на глубине 1,5-2,0 м или вручную по срезу массы после вскрытия. Из полученных точечных проб каждого вида корма, по отдельности, составлялась объединённая проба массой 2 кг. Для этого она разлаживалась тонким слоем на плёнке и осторожно перемешивалась. Из объединённой пробы готовилась средняя проба для анализа. Полученную среднюю пробу массой не менее 1 кг упаковывали в плотную бумагу и доставляли в лабораторию агроэкологии и массовых анализов Института радиобиологии НАН Беларуси для проведения аналитических исследований.

Химический состав кормов определяли по схеме общего зоотехнического анализа с определением следующих показателей: влажности – ГОСТ 27548-97; сырой клетчатки – ГОСТ 13496.2-91; сырого протеина – расчетным методом; сырого жира – ГОСТ 13496.15-97; кальция – ГОСТ 26570-95; фосфора – ГОСТ 26657-85.

Учёт кормления животных осуществлялся по количеству съеденных кормов основного рациона и не съеденных остатков (путём контрольного взвешивания 1 раз в 5 дней) [19].

Отбор проб молока проводился от каждой коровы во время утреннего доения в соответствии со схемой отбора проб согласно СТБ-1051-2012 «Отбор проб молока и молочных продуктов. Общие требования» [20].

Рационы подопытных животных нормировались с учётом химического состава и питательности кормов на основе рекомендованных норм [21, 22, 23, 24].

Определение удельной активности ^{137}Cs (Бк/кг) в пробах кормов, молока и мяса проводилось на γ -спектрометрическом комплексе «Canberra-Peckard» с погрешностью не более 30 %. Радиохимическое определение ^{90}Sr в исследуемых пробах проводилось на аттестованном низкофоновом α - β счётчике Canberra-S5E с погрешностью не более 20 %.

Определение содержания макро- и микроэлементов (Ca, K, Na, Fe, Mg, Mn, Zn, Co, Cu, Pb, Cd) в пробах кормов, молока и сыворотки крови выполнено при помощи атомно-абсорбционного спектрометра SolarM6.

Полученный по результатам проведения экспериментов цифровой материал подвергался математической и статистической обработке с использованием следующих программ Microsoft Excel, Statistica. Оценка достоверности разницы проверялась по Стьюденту. Разницу считали достоверной при $P < 0,05$; $P < 0,01$; $P < 0,001$ [25].

Животным перорально и инъекционно вводили витамин D в виде раствора (препарат «Чиктоник» в количестве 10 мл с кормом, содержание витамина D₃ – 500 000 МЕ/л) и внутримышечно (препарат «Мультивит + минералы», с содержанием D₃ – 25 000 МЕ/мл).

Условия содержания животных контрольной и опытной групп были одинаковыми и соответствовали принятой на молочно-товарной ферме технологии содержания лактирующих коров, а также организации труда. Во время эксперимента животные содержались на привязи, проводилось индивидуальное доение в ведра.

Результаты исследования и их обсуждение. Представленный суточный рацион подопытных животных состоял из следующего набора кормов: сено – 3 кг, силос – 12 кг, концентраты (овёс – 50 %, ячмень – 50 %) – 2,4 кг (0,3 кг на 1 кг молока).

Проведённые радиометрические исследования удельной активности ⁹⁰Sr в кормах, составлявших основу рациона (сено злаковое и силос кукурузный), показало их полное соответствие требованиям, предъявляемым РДУ-99 [1]. Так, содержание ⁹⁰Sr в сене составляло 20,39-199,69 Бк/кг (при норме 260 Бк/кг для цельного молока), а для силоса – 6,12-10,82 Бк/кг (при норме 240 Бк/кг для цельного молока). Суточная активность ⁹⁰Sr в рационе подопытных коров на протяжении всего периода проведения эксперимента составляла 0,13-0,73 кБк.

Учёт поедаемости кормов показал, что лактирующие коровы опытных и контрольной групп охотно съедали суточный рацион. По результатам учёта фактически съеденного сена злакового, силоса кукурузного и зерносмеси, а также химического анализа и питательной ценности кормов был составлен рацион лактирующих коров (таблица 2).

Таблица 2 – Химический состав и питательность рациона лактирующих коров живой массой 500–550 кг, со среднесуточным удоем молока жирностью 3,8-4 % – 18 кг

Вид корма			Требуется корма в сутки, кг	
Сено злаковое			4	
Силос кукурузный			11	
Концентраты			3	
Показатели	Требуется по норме	Фактически содержится	Баланс	
			+/-	%
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
ЭКЕ	16,1	16,8	0,7	4,3
Кормовые единицы, кг	13,9	14,6	0,7	5,1
Обменная энергия, МДж	161,0	168,0	7,0	4,3
Сухое вещество, кг	15,7	9,0	-6,7	-43,0

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Сырой протеин, г	2147,0	2076,9	-70,2	-3,3
Переваримый протеин, г	1436,0	668,0	-768,0	-53,5
Сырой жир, г	495,0	517,0	22,0	4,4
Сырая клетчатка, г	3545,0	4764,7	1219,7	34,4
Сахар, г	1057,0	549,2	-507,8	-48,0
Поваренная соль, г	99,0	99,0	0	0
Кальций, г	94,0	42,9	-51,1	-54,4
Фосфор, г	66,0	48,2	-17,9	-27,0
Магний, г	28,0	11,7	-16,3	-58,2
Калий, г	102,0	148,7	46,7	45,7
Железо, мг	1056,0	2309,7	1253,7	118,7
Медь, мг	129,0	46,3	-82,7	-64,1
Цинк, мг	842,0	137,5	-704,5	-83,7
Кобальт, мг	10,5	0,6	-9,9	-94,6
Марганец, мг	842,0	770,4	-71,6	-8,5
Йод, мг	13,2	1,6	-11,6	-87,9
Каротин, мг	18,9	13,5	-5,4	-28,6
Витамин D, тыс. ME	18,9	1,2	-17,7	-93,6

Представленный рацион имеет низкую сбалансированность по большинству нормируемых показателей. В рационе выявлен существенный дефицит отдельных значимых веществ. Так, дефицит сухого вещества составил 43,0 %, переваримого протеина – 53,5 %, сахара – 48,0 %, кальция – 54,4 %, фосфора – 27,0 %, магния – 58,2 %, меди – 64,1 %, цинка – 83,7 %, кобальта – 94,6 %, каротина – 28,6 %. В рационе установлено высокое содержание калия и железа – в 1,5 и 2,2 раза выше установленной нормы соответственно [22, 23, 24].

Исследуемый рацион характеризуется крайне низким содержанием витамина D, дефицит которого (в сравнении с рекомендуемой нормой кормления) находился на уровне 93,6 %.

Кальций-фосфорное отношение в рационе составляло 1,4:1. В период лактации соотношение Са/Р должно составлять 1,5–2:1. Сахаро-протеиновое отношение составляло 0,8:1. В норме для дойных коров в среднем сахаро-протеиновое отношение составляет 1:1, то есть на 1 грамм сахара приходится 1 грамм протеина.

Параметры перехода ^{90}Sr из рациона в молоко. На рисунке 1 представлены результаты измерения содержания ^{90}Sr в молоке коров за весь период проведения эксперимента.

Отбор проб молока для радиометрических исследований проведён в нулевые сутки эксперимента, результаты измерений составили $1,23 \pm 0,34$ Бк/кг. Динамика изменения удельной активности ^{90}Sr в молоке коров контрольной группы составляла 1,09-1,8 Бк/кг, в I опытной

– 1,13-1,55 Бк/кг, во II опытной – 0,92-1,44 Бк/кг.

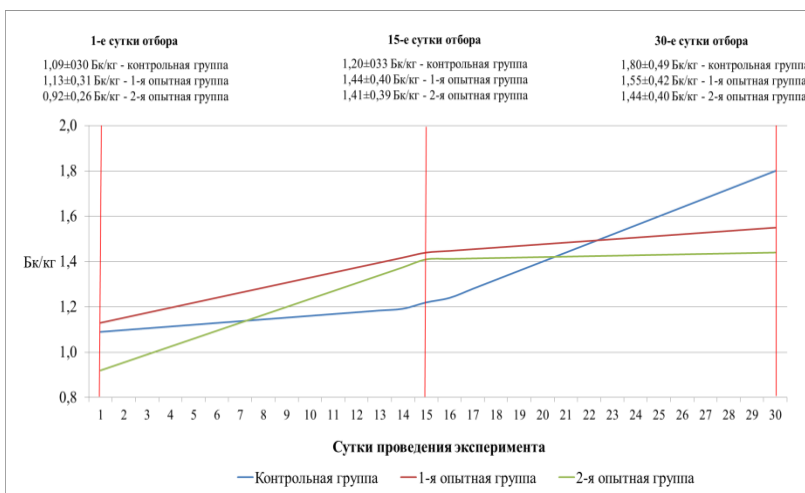


Рисунок 1 – Динамика изменения удельной активности ^{90}Sr в молоке коров за весь период проведения эксперимента

С середины эксперимента в опытных группах, получавших препараты витамина D, наблюдается прекращение увеличения содержания ^{90}Sr в молоке коров, а в контрольной группе, напротив, происходит рост его содержания.

В заключительном периоде проведения эксперимента (3-й отбор проб молока) полученные результаты свидетельствуют о наибольшем снижении содержания ^{90}Sr в молоке коров II опытной группы, получавшей витамин D инъекционно, в результате чего содержание изучаемого радионуклида в молоке снизилось на 20,0 % (1,44 Бк/кг) по сравнению с контролем (1,8 Бк/кг). В I опытной группе, получавшей витамин D вместе с кормом (перорально), снижение удельной активности молока по сравнению с контролем составило 13,9 % (1,55 Бк/кг) (рисунок 2).

Таким образом, наиболее эффективной формой использования витамина D для снижения перехода ^{90}Sr из рациона в молоко является инъекционное введение витамина животным.

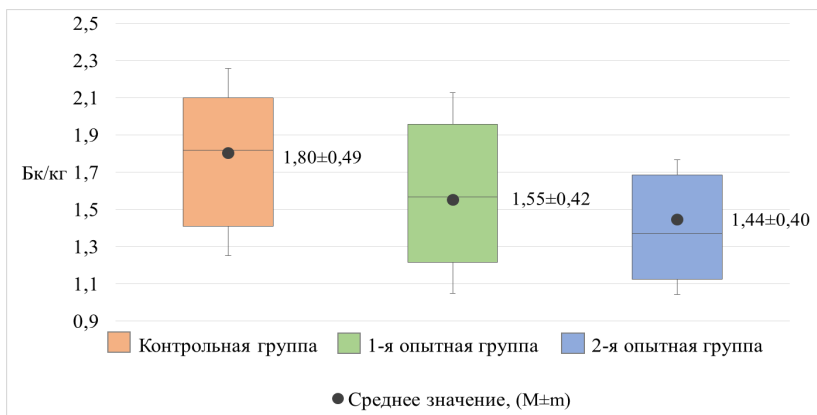


Рисунок 2 – Удельная активность Sr^{90} в молоке коров

Предложения по оптимизации минерального состава и структуры рационов коров, содержащихся в сельскохозяйственных предприятиях Гомельской области, расположенных на территории радиоактивного загрязнения.

1. Рекомендуется применение адресного подхода при расчёте суточных рационов для дойных коров, учитывающих обеспеченность кормов минеральными веществами, потребность животных в них с учётом возраста, уровня продуктивности, номера и периода лактации (период раздоя – 14-100 дней; получение молока: первая фаза – 100-200 дней, вторая фаза – 200-250 и более дней).

2. Предлагается использовать дополнительные источники поступления кальция, фосфора и магния, дефицит которых наблюдается у животных всех изучаемых групп, путём внедрения кормовых добавок на основе местных источников минерального сырья, использование которых при достаточно низкой их стоимости может служить фактором повышения продуктивности на 10-15 % и будет способствовать снижению себестоимости продукции, увеличению периода продуктивного использования животных, снижению уровня выбраковки животных в результате болезней алиментарного характера.

3. Рекомендуется контроль обеспеченности хозяйственных рационов витамином D, ввод в состав рациона данного витамина при наличии дефицитного состояния по данному показателю, так как он напрямую влияет на усвоение кальция в организме, на кальций-фосфорное и кислотно-щелочное отношения в рационе, способствует снижению перехода ^{90}Sr из рациона в молоко на 10–15 % в сельскохозяйственных предприятиях, расположенных на загрязнённых территориях.

Закключение. Проведён анализ минерального состава кормов и хозяйственного рациона дойных коров, содержащихся в сельскохозяйственном предприятии на территории Гомельской области, расположенного на территории радиоактивного загрязнения в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС. В травянистых кормах (сено, силос) установлен дефицит кормовых единиц, который составил 17,7 %, обменной энергии – 22,5 %, сырого и переваримого протеинов – 28,5 и 33,2 соответственно, сахара – 68,1 %, кальция – 15,5 %, фосфора – 32,3 %, калия – 23,2 %, меди – 57,2 %, цинка – 67,2 %, кобальта – 94,9 %, марганца – 80,4 %. В рационе установлено высокое содержание сухого вещества и железа – в 2,3 и 2,2 раза выше установленной нормы соответственно.

Установлено, что при внутримышечном введении витамина D (II опытная группа) в организм коров содержание Sr^{90} в молоке составило $1,44 \pm 0,40$ Бк/кг, что на 7,1 % ниже ($1,55 \pm 0,42$ Бк/кг) по сравнению с его пероральным потреблением (I опытная группа) и на 20,0 % ниже по сравнению с контролем ($1,80 \pm 0,49$ Бк/кг). Таким образом, наиболее эффективной формой использования витамина D для снижения перехода ^{90}Sr из рациона в молоко является инъекционное введение витамина животным по сравнению с его пероральным поступлением.

Литература

1. Республиканские допустимые уровни содержания радионуклидов цезия-137 и стронция-90 в пищевых продуктах и питьевой воде (РДУ-99) : ГН 10-117-99 : введ. 26.04.1999. – Минск, 1999. – 8 с.
2. Критерии оценки радиационного воздействия : гигиенический норматив // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 07.12.2022, 5/51037
3. Минерально-сырьевая база Гомельской области (состояние и перспективы развития) / А. А. Махнач, Я. И. Аношко, Я. Г. Грибик [и др.]. – Минск : Белпринт, 2005. – 208 с. – ISBN 985-6117-76-3.
4. Радчиков, В. Ф. Использование новых БВМД на основе местного сырья в рационах бычков / В. Ф. Радчиков, А. Н. Кот, А. Н. Шевцов // Ученые записки УО ВГАВМ. – 2004. – Т. 40, ч. 2. – С. 205-206.
5. Славецкий, В. Б. Эффективность использования комплексной минерально-витаминной добавки из местных источников сырья в рационах молодняка крупного рогатого скота : автореф. дис. канд. с.-х. наук : 06.02.02 / В. Б. Славецкий. – Жодино, 2005. – 19 с.
6. Гурин, В. К. Местные источники минеральных веществ в рационах выращиваемых на мясо бычков / В. К. Гурин. – Минск : УП «Технопринт», 2004. – 106 с.
7. Рекомендации по использованию комплексных минеральных добавок на основе фосфогипса в кормлении лактирующих коров, содержащихся на территории радиоактивного загрязнения / А. А. Царенок, И. В. Макаровец, Э. Н. Цуранков, А. В. Наумчик, А. Ф. Гвоздик, В. В. Касьянчик, В. Ф. Радчиков, В. П. Цай, А. Н. Кот, Г. В. Бесараб. – Гомель : Институт радиобиологии НАН Беларуси, 2021. – 27 с.
8. Рекомендации по использованию новых рецептов комплексных минеральных добавок на основе трепела в составе комбикормов для крупного рогатого скота, содержащегося на территории радиоактивного загрязнения / НАН Беларуси, Ин-т радиологии. – Минск : ИВЦ Минфина, 2019. – 35 с.

9. Макаровец, И. В. Экономическая, зоотехническая и радиологическая эффективность кормовой добавки «Антикет» с вводом ферроцина / И. В. Макаровец, А. Ф. Карпенко, А. А. Царенок // *Аграрная экономика*. – 2022. – № 11(330). – С. 89-96.
10. Макаровец, И. В. Разработка новой формы кормовой добавки «Антикет» для кормления лактирующих коров / И. В. Макаровец // *Студенческая наука и инновации : междунар. науч.-практ. конф. студентов и магистрантов*, Витебск, 14-15 мая 2009 г. / ВГАВМ ; ред.: А. И. Ятусевич [и др.]. – Витебск, 2009. – С. 116.
11. Окунев, А. М. Аккумуляция некоторых техногенных радионуклидов в звеньях пастбищной кормовой цепи молочных коров / А. М. Окунев, О. А. Столбова // *АПК: инновационные технологии*. – 2022. – № 2. – С. 65–73.
12. Карпенко, А. Ф. Производство животноводческой продукции в условиях радиоактивного загрязнения Гомельской области / А. Ф. Карпенко // *Животноводство и ветеринарная медицина*. – 2020. – № 3(38). – С. 29–32.
13. Исамов, Н. Н. Анализ закономерностей всасывания радионуклидов в желудочно-кишечном тракте сельскохозяйственных животных / Н. Н. Исамов, С. В. Фесенко // *Радиационная биология. Радиоэкология*. – 2021. – Т. 61. – № 1. – С. 87–104.
14. Иванова, А. С. Закономерности поведения радионуклидов в организмах животных при проведении защитных мероприятий / А. С. Иванова, Н. И. Мармулева // *Актуальные проблемы агропромышленного комплекса : сб. тр. науч.-практ. конф. преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов Новосибирского ГАУ*, Новосибирск, 20 окт. 2023 г. / НГАУ. – Новосибирск, 2023. – С. 304–306.
15. Каминская, Ю. А. Роль кальция и витамина D в лечении и профилактике остеопороза: необходимо ли их широкое применение? / Ю. А. Каминская // *Клиническое питание и метаболизм*. – 2022. – Т. 3, № 3. – С. 167–176.
16. Васильева, Е. П. Дефицит витамина D / Е. П. Васильева, Д. С. Немтинов // *Молодой ученый*. – 2023. – № 4 (451). – С. 92–93.
17. Пахомов, И. Витамин D: устраняем дефицит в рационах / И. Пахомов, Н. Разумовский // *Наше сельское хозяйство*.
18. Разумовский, Н. Профилактика гиповитаминоза D в скотоводстве / Н. Разумовский // *Ветеринарное дело (Минск)*. – 2022. – № 1. – С. 37–41.
19. Радиационный контроль. Отбор проб кормов, кормовых добавок и сырья для производства комбикормов. Общие требования : СТБ-1056-2016. – Взамен СТБ 1056-98 ; введ. 01.07.2017. – Минск : БелГИМ, 2017. – 7 с.
20. Радиационный контроль. Отбор проб молока и молочных продуктов. Общие требования : СТБ-1051-2012. – Взамен СТБ 1051-98 ; введ. 01.01.2013. – Минск : БелГИМ, 2013. – 7 с.
21. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных / А. П. Калашников, В. И. Фисинин, В. В. Щеглов [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – Москва : Знание, 2003. – 456 с. – ISBN 5-94587-093-5.
22. Нормы кормления и питательность кормов для высокопродуктивных животных : учеб.-методическое пособие / Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский, О. Ф. Ганущенко, Л. А. Возмитель ; Витебская гос. акад. ветеринарной медицины. – Витебск, 2018. – 84 с.
23. Нормы кормления и состав кормов для сельскохозяйственных животных : метод. пособие / Н. А. Шарейко, Н. П. Разумовский, О. Ф. Ганущенко, Л. А. Возмитель ; Витебская гос. акад. ветеринарной медицины. – Витебск : ВГАВМ, 2021. – 52 с.
24. Разумовский, Н. Балансируем рационы скота по минералам / Н. Разумовский // *Животноводство России*. – 2023. – № 1. – С. 53-55. – DOI 10.25701/ZZR.2023.01.01.003.
25. Вишневец, А. В. Биометрия в животноводстве : учеб.-метод. пособие / А. В. Вишневец, В. Ф. Соболева, Т. В. Видасова. Витебск ; Витебская гос. акад. ветеринарной медицины. – Витебск, 2017. – 42 с. – ISBN 978-985-512-990-6.

Поступила 13.03.2025 г.

УДК 636.2.083.312:504.6

А.А. МУЗЫКА, М.В. БАРАНОВСКИЙ, М.П. ПУЧКА,
Н.Н. ШМАТКО, С.А. КИРИКОВИЧ, Л.Н. ШЕЙГРАЦОВА,
М.В. ТИМОШЕНКО, О.А. КАЖЕКО

**ВЛИЯНИЕ УРОВНЯ ШУМОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ
ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ОСНОВНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ
ПРОЦЕССОВ НА МОЛОЧНО-ТОВАРНЫХ КОМПЛЕКСАХ
РАЗЛИЧНОГО ТИПА**

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

Шумовое загрязнение в животноводческих помещениях является современной, актуальной и недостаточно изученной проблемой. Источниками шума являются различные механизмы для приготовления кормов, доильные установки, скреперные установки, подвижной транспорт, используемый на кормораздаче и удалении навоза, а также сами животные. В статье представлены результаты исследований, целью которых было изучить уровень шумового воздействия при выполнении основных технологических процессов при содержании коров на молочно-товарных фермах и комплексах. Установлено, что значения уровня шума, превышающего допустимый порог (70 дБ), считаются стрессовыми для молочного скота и могут вызвать негативные поведенческие реакции у животных. Выявление возможных источников шума, возникающих при эксплуатации помещений по содержанию крупного рогатого скота, позволяет работникам молочных ферм и комплексов свести к минимуму опасные ситуации и несчастные случаи, связанные с неконтролируемым поведением коров при шумовом воздействии.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, молочно-товарные фермы и комплексы, источники шума, шумовое воздействие, децибел, технологические процессы.

A.A. MUZYKA, M.V. BARANOVSKY, M.P. PUCHKA,
N.N. SHMATKO, S.A. KIRIKOVICH, L.N. SHEIGRATSOVA,
M.V. TIMOSHENKO, O.A. KAZHEKO

INFLUENCE OF NOISE EXPOSURE LEVEL DURING THE IMPLEMENTATION OF THE MAIN TECHNOLOGICAL PROCESSES AT COMMERCIAL DAIRY COMPLEXES OF VARIOUS TYPES

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Noise pollution in livestock buildings is a modern-day, pressing and understudied problem. The sources of noise are various feed preparation mechanisms, milking machines, scraper units, mobile transport used for feed distribution and manure removal, as well as the animals themselves. This paper contains the results of research aimed at studying the level of noise impact during the implementation of the main technological processes when keeping cows at commercial dairy farms and complexes. It has been found that noise levels exceeding the permissible threshold (70 dB) are considered stressful for dairy cattle and can cause negative behavioral reactions in animals. Identification of possible noise sources arising during the operation of cattle housing facilities allows workers at dairy farms and complexes to minimize dangerous situations and accidents associated with uncontrolled behavior of cows when exposed to noise.

Key words: cattle, commercial dairy farms and complexes, noise sources, noise impact, decibel, technological processes.

Введение. Шум при определённых условиях является биологически опасным фактором, негативно влияющим на организм животных. Эта опасность стремительно возрастает в связи с развитием техники, так как увеличивается интенсивность сопутствующих факторов, при действии которых и вибрация, и шум становятся особенно опасными.

В современном животноводстве значительно возрос уровень шумового воздействия, главным образом на фермах с высокой степенью механизации. Как показывают исследования, у крупного рогатого скота более чувствительный слух, нежели у человека. Коровы имеют широкий диапазон слышимости и могут воспринимать звуки на частотах от 25 до 35 кГц. Наиболее слышимый звук имеет частоту около 8 кГц.

В животноводстве на первых местах по загрязнению шумом находятся механический и аэродинамический шум, потому что в основном оборудовании используются механизмы, в которых происходят удары сочленений, трение сопротивляющихся механизмов и выпуск газа в атмосферу. На втором месте находится гидродинамический шум, так как он образуется в трубах при подаче воды для животных и для других

нужд комплексов. Третье место занимает электромагнитный шум [1, 2, 3, 4].

Цель исследований – изучить уровень шумового воздействия при выполнении основных технологических процессов при содержании коров на молочно-товарных фермах и комплексах.

Материал и методика исследований. Исследования по выявлению шумового воздействия при выполнении основных технологических процессов при содержании коров на молочно-товарных фермах и комплексах были проведены в ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Смолевичского района Минской области на МТК «Рассошное», МТК «Березовица», СПФ «Будагово» и МТФ «Жажелка», различающихся конструктивными и объёмно-планировочными решениями.

Для характеристики интенсивности шума принята измерительная система, учитывающая приближённую логарифмическую зависимость между раздражением и слуховым восприятием, – шкала бел. Единицей измерения шума в акустике является бел (Б), но для удобства обычно пользуются децибелом (дБ), который представляет собой относительную величину, показывающую, насколько данный звук в логарифмических значениях больше порога слышимости.

Определение уровня шума проводили при выполнении основных технологических процессов при содержании коров (доение, транспортировка и раздача кормов, навозоудаление) с помощью шумомера цифрового СЕМ DT-8852.

Результаты исследований и их обсуждение. В современных фермах (с высокотехнологичной техникой) шум различной степени интенсивности неизбежен. Шум в животноводческих помещениях создаётся в результате работы технологического оборудования: механизмов и машин для доения, подготовки кормов, кормораздачи, уборки навоза, вентиляционно-отопительных агрегатов, рутинной работы (открытие и закрытие дверей, речь рабочих), а также шума за счёт самих животных (мычание, вокализация животных) [5].

Были изучены источники шума при выполнении основных технологических процессов при содержании коров в летний период и определён их уровень на изучаемых молочно-товарных фермах и комплексах. Уровень шума в помещениях для животных от работающего оборудования не должен превышать 70 дБ [6].

В общем уровне шума, создаваемом вакуумными насосами доильных установок, определяющими являются составляющие механического и аэродинамического шума. Уровни шума измеряли на фермах и комплексах с разной технологической компоновкой доильного зала. Шумовое воздействие на молочных коров измеряли в трёх местах: в доильном зале, во время стояния в зоне ожидания перед доением и в

боксах беспривязного содержания. Измерения проводились во время доения и при выключенном доильном оборудовании на уровне головы животных.

Уровень шума при использовании доильных установок различной конструкции («Ёлочка» 2×10, «Ёлочка» 2×14, «Параллель» 2×16, «Карусель-40») при включенном доильном оборудовании в трёх местах исследования зданий не превышал 70 дБ (диапазон значений составил от 53,7 до 68,7 дБ), а при выключенном доильном оборудовании был на уровне от 35,2 до 50,8 дБ, что соответствовало уровню шума, возникающего от жизнедеятельности самих животных (биологический шум) (таблица 1).

Таблица 1 – Уровни шума на фермах с разной технологической компоновкой доильного зала при включенном и выключенном доильном оборудовании в летний период

Тип доильного оборудования	Уровни шума при включенном доильном оборудовании, дБ			Уровни шума при выключенном доильном оборудовании, дБ		
	доильный зал	зал ожидания	бокс	доильный зал	зал ожидания	бокс
Карусель-40	65,1	60,1	55,6	37,7	43,8	50,5
Параллель 2×16	62,4	58,4	56,8	35,2	42,3	49,8
Ёлочка 2×10	63,7	58,5	56,3	35,4	42,8	49,7
Ёлочка 2×14	68,7	64,4	53,7	38,5	44,6	50,8

Шум, возникающий в процессе доения, зависит не только от технологического оборудования доильных залов, но и от условий их эксплуатации (количество животных доимых одновременно, количество доильных аппаратов). Воздействие шума напрямую зависит от работы дояров, особенно с точки зрения скорости работы (чем быстрее работают, тем шумнее), точности и аккуратности при установке сосковой резины (если это сделано неправильно, может возникнуть неприятный шум в диапазоне от 76,7 до 86,3 дБ) и от таких видов деятельности дояров, как разговор во время перегона животных и во время доения (диапазон шума составил от 70,8 до 85,0 дБ). Однако было отмечено, что для доильной установки «Ёлочка» 2×14 (МТФ «Жажелка») уровень звукового давления составлял верхний предел допустимого порога (68,7 дБ), что вызывало дискомфорт у коров. Это проявлялось в следующих поведенческих реакциях: замирании, стремлении быстрее покинуть доильную установку, беспокойстве и в физиологических изменениях в организме животных, таких как учащение сердцебиения и дыхания.

Уровни звукового давления при транспортировке и раздаче кормов мобильными кормораздатчиками, агрегированными с тракторами (СРК-14В + МТЗ-320 на МТК «Рассошное», СРК-14В + МТЗ-920 на МТК «Березовица», СРК-14В + МТЗ-82 на МТФ «Жажелка» и СРК-11В + МТЗ-920 на СПФ «Будагово») составили 85 дБ, 84, 87 и 84 дБ соответственно.

При уборке навоза мобильным способом (МТФ «Жажелка») при использовании трактора МТЗ-920, агрегированного бульдозерной навеской, уровень шума составил 85 дБ. Значения уровней звукового давления при осуществлении раздачи кормов и уборки помещений находились выше гигиенических нормативов, однако носили кратковременный характер и поэтому не вызывали видимых негативных поведенческих реакций у коров.

При эксплуатации скреперных систем уборки навоза (МТК «Рассошное», МТК «Березовица» и СПФ «Будагово») уровень звукового давления составил 54,8-63,0 дБ.

В коровнике на СПФ «Будагово» установлены гиперболические потолочные вентиляторы, которые работают в тёплый период года. За счёт продуманной конструкции, большого диаметра лопастей и небольшой частоты вращения работу дестратификатора почти не слышно (уровень шума колебался от 60,6 до 61,1 дБ), поэтому животные не боялись и спокойно себя вели, отдыхали в боксах.

Кроме шумов, возникающих при работе технологического оборудования, дополнительно можно отметить шумы от открывающихся ворот и дверей в зданиях, которые вызывают значительный дискомфорт у коров, поскольку являются неожиданными, прерывистыми и резкими, на частотах, наиболее чувствительных слуху животных. Уровни шума при этом составляли от 75,2 до 79,4 дБ.

Животные не только подвергаются воздействию шума, но и сами производят шум (биологический шум): жевание ограды, чесание, собственная вокализация коров при раздаче кормов и прочее. Шум, создаваемый самими животными, весьма непостоянный. Например, в период покоя животных он не превышал 51,1 дБ, а во время возбужденного состояния, что имело место при кормлении или нарушении его режима, прививках и других ветеринарных операциях, достигал 85,1-98,4 дБ. Обычно продолжительность шума, вызванного криком животных, не превышала 1 час за сутки.

Таким образом, исследования шумового воздействия в летний период показали, что значения уровня шума, превышающего допустимый порог, были зарегистрированы при транспортировке и раздаче кормов мобильными кормораздатчиками (84-87 дБ) и при уборке навоза мобильным способом – 85 дБ.

Модернизация интенсивного молочного скотоводства с использованием различных все более современных машин и устройств для выполнения повседневных технологических операций, таких как кормление, доение и уборка навоза на фермах и комплексах приводит к повышению уровня шумового загрязнения [7].

Акустический фон имеет большое значение в оптимизации условий содержания животных. Реакция организма зависит от силы звукового давления, его продолжительности, частоты звука, особенностей самих животных и других факторов [8].

Исследования по изучению источников шума при выполнении основных технологических процессов при содержании коров и определении их уровня на изучаемых молочно-товарных фермах и комплексах были продолжены в переходный период. Установлено, что уровень шума при использовании доильных установок различной конструкции («Ёлочка» 2×10, «Ёлочка» 2×14, «Параллель» 2×16, «Карусель-40») в переходный период при включенном доильном оборудовании в трёх местах исследования зданий не превышал 70 дБ (диапазон значений составил от 50,1 до 67,0 дБ), а при выключенном доильном оборудовании был на уровне от 34,0 до 49,4 дБ, что соответствовало уровню шума, возникающего от жизнедеятельности самих животных (биологический шум) (таблица 2).

Таблица 2 – Уровни шума на фермах с разной технологической компоновкой доильного зала при включенном и выключенном доильном оборудовании в переходный период

Тип доильного оборудования	Уровни шума при включенном доильном оборудовании, дБ			Уровни шума при выключенном доильном оборудовании, дБ		
	доильный зал	зал ожидания	бокс	доильный зал	зал ожидания	бокс
Карусель-40	63,7	59,2	54,1	36,6	41,3	49,4
Параллель 2×16	60,3	56,5	54,7	34,0	40,1	48,4
Ёлочка 2×10	62,4	56,2	54,1	34,8	40,6	47,7
Ёлочка 2×14	67,0	59,7	50,1	37,4	42,5	49,3

Проанализировав данные таблицы 2, можно сделать вывод, что уровень шумового загрязнения при использовании доильных установок различной конструкции не превышал допустимый уровень шума для коров.

Для доильной установки «Ёлочка» 2×14 (МТФ «Жажелка»), как и в летний период, уровень звукового давления приближался к верхнему пределу допустимого порога (67,0 дБ), что вызывало дискомфорт у

коров.

Уровни шумового загрязнения при транспортировке и раздаче кормов мобильными кормораздатчиками, агрегатированными с тракторами (СРК-14В +МТЗ-320 на МТК «Рассошное», СРК-14В +МТЗ-920 на МТК «Березовица», СРК-14В +МТЗ-82 на МТФ «Жажелка» и СРК-11В +МТЗ-920 на СПФ «Будагово») составили 85 дБ, 84,5, 87,3 и 85,4 дБ соответственно.

При уборке навоза с помощью трактора МТЗ-920, агрегатированного бульдозерной навеской на МТФ «Жажелка», уровень шума составил 85,4 дБ, а при уборке с использованием скреперных систем на МТК «Рассошное», МТК «Березовица» и на СПФ «Будагово» – 54,6-62,5 дБ.

Уровни шума от открывающихся ворот и дверей в зданиях в переходный период составляли от 74,8 до 78,8 дБ. Биологический шум в период покоя не превышал 50,0 дБ, а при кормлении или нарушении его режима, прививках и других ветеринарных операциях достигал 84,1-97,4 дБ.

Таким образом, исследования шумового воздействия в переходный период показали, что значения уровня шума, превышающего допустимый порог, зарегистрированы при транспортировке и раздаче кормов мобильными кормораздатчиками (84,5-87,3 дБ) и при уборке навоза мобильным способом – 85,4 дБ.

Заключение. Таким образом, на фермах и комплексах по производству молока основными источниками шума являются: доильные установки, механизмы, используемые при приготовлении кормов, мобильный транспорт для кормораздачи и удаления навоза, а также сами животные.

Установлено, что уровень шума при использовании доильных установок различной конструкции («Ёлочка» 2×10, «Ёлочка» 2×14, «Параллель» 2×16, «Карусель-40») в летний период при включённом доильном оборудовании в трёх местах исследования зданий (доильный зал, зал ожидания, бокс) не превышал 70 дБ (диапазон значений составил от 53,7 до 68,7 дБ), при выключенном доильном оборудовании был на уровне от 35,2 до 50,8 дБ; в переходный период при включенном доильном оборудовании составил 50,1-67,0 дБ, при выключенном – 34,0-49,4 дБ.

Исследования шумового воздействия на фермах и комплексах ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» показали, что значения уровня шума, превышающего допустимый порог (70 дБ) были зарегистрированы при транспортировке и раздаче кормов мобильными кормораздатчиками (84,0-87,3 дБ) и при уборке навоза мобильным способом (85,0-85,4 дБ), однако эти шумы носили кратковременный характер и не вызывали

видимых негативных поведенческих реакций у коров.

Шум, создаваемый самими животными, весьма непостоянный: в период покоя он не превышал 51,1 дБ, а во время возбуждённого состояния, что имело место при кормлении или нарушении его режима, прививках и других ветеринарных операциях, достигал 98,4 дБ.

Литература

1. Абрамкина, Д. В. Шум – фактор экологического стресса крупного рогатого скота / Д. В. Абрамкина // Аграрный научный журнал. – 2023. – № 9. – С. 116-119. – DOI: 10.28983/asj.y2023i9pp116-119
2. Попков, Н. А. Промышленная технология производства молока / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка. – Жодино, 2018. – 229 с. – ISBN 978-985-6895-24-4
3. Morgan, K. N. Sources of stress in captivity / K. N. Morgan, C. T. Tromborg // Applied Animal Behavior Science. – 2007. – Vol. 102(3). – P. 262-302. – DOI: 10.1016/j.applanim.2006.05.032
4. Romaniuk, W. Systemy utrzymania bydła. Poradnik / W. Romaniuk, T. Overby ; Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa, Duńskie Służby Doradztwa Rolniczego. – Warszawa, 2005. – 172 p.
5. Курдеко, А. П. Стресс: диагностика, лечение, профилактика : учебно-методическое пособие для студентов факультета ветеринарной медицины по специальности "Ветеринарная медицина" и слушателей ФПК и ПК / А. П. Курдеко, М. В. Богомольцева, А. В. Богомольцев ; Витебская гос. акад. вет. медицины. – Витебск : УО ВГАВМ, 2017. – 23 с. – ISBN 978-985-512-997-5.
6. Комплексные нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины : КНТП – 1 – 2020 / И. В. Брыло, Н. А. Сонич, И. С. Царик [и др.] ; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 121 с.
7. Сидорова, В. Ю. Эколого-технологический стресс у крупного рогатого скота: как определить и как бороться / В. Ю. Сидорова // Нивы Зауралья. – 2014. – № 9(120). – С. 14-18.
8. Зиятдинова, А. Р. Роль шума в повышении стрессовых факторов в животноводстве / А. Р. Зиятдинова, Д. Р. Шапирова // В мире научных открытий : материалы V Всерос. студенческой науч. конф. с междунар. участием, Ульяновск, 19-20 мая 2016 г. – Ульяновск : УГСХА им. П.А. Столыпина, 2016. – Т. VI, ч. 1. – С. 195-198.

Поступила 29.01.2025 г.

Е.В. ПЕТРУШКО

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА КОНЦЕНТРАЦИИ РЕКОМБИНАНТНОГО ЛАКТОФЕРРИНА В МОЛОКЕ ТРАНСГЕННЫХ КОЗ

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

Рекомбинантный лактоферрин, продуцируемый молочной железой трансгенных коз, по своей структуре и функциональной активности соответствует нативному белку, сохраняя все его биологические свойства. В многолетних исследованиях установлено некоторое воздействие генетической модификации и сезонных колебаний на состав молока трансгенных животных. Эти факторы необходимо учитывать при долгосрочном содержании молочного стада и разработке технологий переработки молока с определёнными биотехнологическими свойствами. В статье представлены результаты анализа сезонной динамики содержания рекомбинантного лактоферрина в молоке трансгенных коз в течение трёхлетнего периода мониторинга. В ходе исследований, проведённых в течение 2022-2024 годов, установлены выраженные сезонные колебания с тенденцией к снижению уровня белка в весенне-летний период. В 2022 году отмечена наименьшая вариабельность показателей (2,8-3,0 г/л) с минимальными отклонениями по сравнению с 2023 и 2024 гг. Установленные межсезонные различия свидетельствуют о влиянии поры года на синтез рЛФ.

Ключевые слова: концентрация белка, рекомбинантный лактоферрин, сезонные колебания, трансгенные козы

E.V. PETRUSHKO

SEASONAL DYNAMICS OF RECOMBINANT LACTOFERRIN CONCENTRATION IN MILK OF TRANSGENIC GOATS

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Recombinant lactoferrin produced by the mammary gland of transgenic goats corresponds to the native protein in its structure and functional activity, retaining all its biological properties. Long-term studies have established some effect of genetic modification and seasonal variations on the composition of milk of transgenic animals. These factors must be considered in the long-term housing of a dairy herd and the development of technologies for processing milk with certain biotechnological properties. This paper contains the results of analyzing the seasonal dynamics of recombinant lactoferrin content in the milk of transgenic goats during a three-year monitoring

period. In the course of studies conducted during 2022-2024, pronounced seasonal variations with a tendency to decrease the protein level in the spring-summer period were established. In 2022, the lowest variability of indicators was observed (2.8-3.0 g/l) with minimal deviations compared to 2023 and 2024. The identified interseasonal differences indicate the influence of the season on the synthesis of rLF.

Key words: protein concentration, recombinant lactoferrin, seasonal variations, transgenic goats.

Введение. Лактоферрин (ЛФ) – это многофункциональный глико-протеин, обладающий широким спектром биологической активности. Его основные функциональные свойства включают: железосвязывающую способность, приводящую к подавлению роста бактерий за счёт лишения их необходимого микроэлемента (антибактериальный эффект) [1]; ингибирование вирусной адсорбции и проникновения в клетки-мишени (противовирусное действие) [2]; активацию иммунокомпетентных клеток, усиливающую неспецифическую резистентность организма (иммуномодулирующий эффект) [3]; снижение уровня провоспалительных цитокинов, что способствует купированию воспалительных процессов (противовоспалительные свойства) [4]; нейтрализацию реактивных форм кислорода, способность защищать клетки от окислительного повреждения (антиоксидантная активность) [5].

Лактоферрин является естественным компонентом биологических жидкостей млекопитающих, включая молоко, слезную жидкость, слюну, а также бронхиальный и желудочно-кишечный секреты. Кроме того, он присутствует на поверхности слизистых оболочек респираторного, репродуктивного и пищеварительного трактов, которые контактируют как с нормальной микрофлорой, так и с патогенными микроорганизмами, тем самым обеспечивает защиту организма от патогенов и участвует в регуляции иммунного ответа [6].

Несмотря на широкое распространение в организме, наибольшая концентрация лактоферрина (ЛФ) содержится в молоке. Его многофункциональные свойства стали основой для выделения из молока и в настоящее время мировой рынок лактоферрина демонстрирует устойчивый рост, что обусловлено увеличением спроса на функциональные продукты питания и пищевые добавки с его содержанием, а также достижениями в разработке методов выделения, очистки данного глико-протеина и технологий его получения [7].

Концентрация лактоферрина в коровьем молоке (bLF) варьирует в течение лактационного периода от 0,031 до 0,49 г/л у здоровых животных [8].

Современные молокоперерабатывающие заводы, специализирующиеся на производстве bLF, перерабатывают до 1 млн литров молока в сутки с выходом сухого порошка bLF порядка 100 кг. Такие объёмы

делают процесс масштабным и ресурсоёмким [9].

Более десяти лет назад в РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» было сформировано экспериментальное стадо трансгенных коз, экспрессирующих ген рекомбинантного лактоферрина (рЛФ) с концентрацией целевого белка в молоке, достигающей 6,0 г/л. Проведённые исследования подтвердили, что рекомбинантный лактоферрин, продуцируемый молочной железой трансгенных животных, по своей структуре и функциональной активности соответствует нативному белку, сохраняя все его биологические свойства [10].

Многолетние исследования физико-химических параметров молока выявили статистически значимые различия в его составе у трансгенных животных по сравнению с нетрансгенными аналогами. Установлено достоверное ($P < 0,05$) повышение массовой доли белка на 4-6 %, лактозы – на 2-6 %, сухого обезжиренного молочного остатка (СОМО) – на 1-6 %, плотности – на 2-5 %, а также температуры замерзания – на 5 %. Параллельно зафиксировано снижение содержания жира на 5-8 % ($P < 0,05$). Наблюдаемые изменения демонстрировали выраженную сезонную динамику, достигая максимальных значений в осенне-зимний период как в группе трансгенных, так и в контрольной группе животных [11].

Проведённый анализ позволил заключить, что выявленные различия состава молока не носили критического характера и не оказывали негативного влияния на технологические свойства сырья. Вариации ключевых показателей находились в пределах физиологически обусловленных колебаний, характерных для молока сельскохозяйственных животных и соответствовали установленным нормативным требованиям.

Отдельно была проанализирована динамика концентрации рекомбинантного лактоферрина (рЛФ) в молоке трансгенных животных. Мониторинг содержания рЛФ показал, что минимальные значения (2,88-2,97 г/л) регистрировались в течение 1-2 кварталов, тогда как в 3-4 кварталах концентрация достигала 7,97 г/л [11].

В другом исследовании, охватывающем 10-месячный период, проводился мониторинг уровня рЛФ в сборном молоке трансгенных разновозрастных коз. Полученные данные продемонстрировали колебания концентрации белка в пределах 4,4-7,01 г/л, что служит дополнительным подтверждением выраженного влияния сезонного фактора на синтез рекомбинантного лактоферрина [12].

Приведённые данные свидетельствуют о некотором воздействии, как генетической модификации, так и сезонных колебаний, на состав молока трансгенных животных. Учёт этих факторов представляется необходимым при долгосрочном содержании молочного стада и

разработке технологий переработки молока с определёнными биотехнологическими свойствами. Кроме того, в стаде коз-производителей рЛФ происходит периодическое обновление поголовья. Отдельные особи выводятся из стада вследствие достижения предельного возраста или снижения продуктивности, тогда как другие переходят в старшие возрастные группы. Параллельно осуществляется введение молодых животных для поддержания численности и продуктивности стада. В связи с этим регулярный мониторинг содержания рекомбинантного лактоферрина в молоке коз-производителей является необходимым условием для эффективного выделения целевого белка.

Целью исследования явился анализ сезонной динамики содержания рекомбинантного лактоферрина в молоке трансгенных коз в течение трёхлетнего периода мониторинга.

Материал и методика исследований. Исследования проводились на Биотехнологическом научно-экспериментальном производстве по трансгенезу животных РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» в период с 2022 по 2024 год.

Объектом изучения было содержание рекомбинантного лактоферрина (рЛФ) в сборном молоке, полученном от здоровых коз-производителей рЛФ 1-5-й лактации.

Доение животных осуществлялось в доильном зале типа «бок-о-бок» (GEA Westfalia, Германия) с соблюдением стандартных зоотехнических и ветеринарно-санитарных норм. Гигиеническая обработка вымени осуществлялась до и после доения в соответствии с регламентированными требованиями.

Отбор проб молока для определения концентрации рЛФ проводился дважды в месяц. Молоко тщательно перемешивалось и фильтровалось после чего отбирались образцы объемом 1,5 мл. Пробы маркировались и помещались на хранение в холодильную камеру при температуре -18 °С. В течение каждого сезона было отобрано по 6 образцов, что составило 24 пробы в год.

Перед началом измерений пробы размораживались при комнатной температуре, перемешивались и центрифугировались с целью удаления жира.

Определение содержания рекомбинантного лактоферрина проводилось с использованием наборов ПРОДОСКРИН® (ГНУ «Институт биологической химии НАН Беларуси», Республика Беларусь) с применением метода твердофазного иммуноферментного анализа (ELISA) на микропланшетном ридере Sunrice (Tecan, Австрия), измерение для каждого образца выполнялось в двух повторях.

Полученные результаты рассчитывались как среднее значение и ошибка средней и обрабатывались с применением статистического анализа на основе t-критерия Стьюдента.

Результаты исследований и их обсуждение. В таблице представлены результаты исследований сезонной динамики концентрации рекомбинантного лактоферрина в сборном молоке трансгенных коз за период 2022-2024 гг.

Таблица – Средняя концентрация рекомбинантного лактоферрина в молоке трансгенных коз в зависимости от сезона года

Год исследования	Содержание рекомбинантного лактоферрина по сезонам года, г/л				
	зимний	весенний	летний	осенний	в среднем за год
2022	3,0±0,28	2,9±0,16	2,8±0,35	3,0±0,37	2,93±0,35
2023	3,11±0,26*	2,21±0,27	2,39±0,24	2,78±0,29	2,62±0,45
2024	2,6±0,20	2,54±0,30	2,33±0,22	2,81±0,20	2,57±0,36
Среднее значение по периодам	2,90±0,15*	2,55±0,20	2,51±0,15*	2,86±0,07*	-

Примечание: * $p < 0,05$ рассчитано для показателей зимнего и осеннего периодов относительно весеннего и летнего (попарные сравнения, t-критерий Стьюдента). Данные представлены в виде среднего значения ± стандартная ошибка среднего (SEM).

Данные таблицы свидетельствуют, что в 2022 году наблюдалась наибольшая стабильность концентрации лактоферрина по сравнению с последующими годами, с минимальными сезонными колебаниями в диапазоне 2,8-3,0 г/л. При этом в осенне-зимний период содержание рЛФ сохранялось на постоянном уровне (3,0 г/л), тогда как в весенне-летние месяцы отмечалось его снижение на 0,1-0,2 до 2,8-2,9 г/л. Среднегодовая концентрация в исследуемый период составила 2,93 г/л.

В 2023 году максимальная концентрация рЛФ была зарегистрирована в зимний период (3,11 г/л). В весенне-летний сезон наблюдалось достоверное снижение синтеза рЛФ на 0,72-0,9 г/л ($P < 0,05$) по сравнению с зимним периодом. Аналогичная тенденция к снижению (на 0,33 г/л относительно первого квартала) отмечалась и в осенний период. Среднегодовой показатель составил 2,62±0,45 г/л, что на 10,6 % (0,31 г/л) ниже, чем в 2022 году.

В 2024 году зафиксировано дальнейшее снижение среднегодовой концентрации рЛФ до 2,57±0,42 г/л, что на 12,3 % (0,36 г/л) меньше показателя 2022 года и на 1,9 % (0,05 г/л) ниже уровня 2023 года. Минимальные значения, как и в предыдущие годы, регистрировались в весенний (2,54 г/л) и летний (2,33 г/л) периоды, причём летний показатель 2024 года оказался минимальным за весь период наблюдений.

Таким образом, результаты проведённых исследований свидетельствуют о наличии статистически значимых сезонных колебаний в продукции рекомбинантного лактоферрина у трансгенных коз, характеризующихся выраженной тенденцией к снижению показателей в весенне-летний период. Полученные данные демонстрируют достоверные различия в средних значениях концентрации рЛФ между исследуемыми сезонами. Наименьший показатель зафиксирован в летний (2,51 г/л) период, тогда как в осенний (2,86 г/л) и зимний (2,9 г/л) сезоны наблюдалось статистически значимое увеличение продукции рекомбинантного белка ($P<0,05$).

Заключение. Таким образом, в 2022 году наблюдалась наибольшая стабильность концентрации лактоферрина с минимальными сезонными колебаниями в диапазоне 2,8-3,0 г/л, при этом среднегодовой уровень составил 2,93 г/л, что свидетельствует о высокой устойчивости исследуемого показателя в данный период.

Установлено, что в 2023 году присутствовало снижение среднегодовой концентрации рЛФ на 10,6 % (2,62 г/л) по сравнению с 2022 годом. Диапазон содержания в году варьировал от 2,21 до 3,11 г/л, при этом наиболее выраженное снижение (на 0,72-0,9 г/л) наблюдалось в весенне-летний сезон.

В 2024 году среднегодовой уровень рЛФ достиг 2,57 г/л и был на 12,3 % ниже значений 2022 года. Диапазон концентраций находился на уровне 2,33-2,81 г/л, а минимальный показатель за весь период исследования (2,33 г/л) был зарегистрирован в летние месяцы.

Установлено, что сезонные колебания продукции рЛФ носили статистически значимый характер: наименьшие значения наблюдались весной и летом (2,51 г/л), а наибольшие – осенью и зимой (2,86-2,9 г/л) ($P<0,05$).

Литература

1. Lactoferrin: Structure, function, denaturation and digestion / B. Wang, Y. P. Timilsena, E. Blanch [et al.] // *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* – 2019. – Vol. 59(4). – P. 580-596. – DOI: 10.1080/10408398.2017.1381583.
2. The in vitro antiviral activity of lactoferrin against common human coronaviruses and SARS-CoV-2 is mediated by targeting the heparan sulfate co-receptor / Y. Hu, X. Meng, F. Zhang [et al.] // *Emerg. Microbes Infect.* – 2021. – Vol. 10. – P. 317-330. – DOI: 10.1080/22221751.2021.1888660.
3. Superti, F. Lactoferrin from Bovine Milk: A Protective Companion for Life / F. Superti // *Nutrients.* – 2020. – Vol. 12(9). – P. 2562. – DOI: 10.3390/nu12092562.
4. Lactoferrin: Balancing Ups and Downs of Inflammation Due to Microbial Infections / M. E. Drago-Serrano, R. Campos-Rodríguez, J. C. Carrero [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2017. – Vol. 18. – P. 501. – DOI: 10.3390/ijms18030501.
5. Antioxidant Potential of Lactoferrin and Its Protective Effect on Health: An Overview / Q. Rascón-Cruz, T. S. Siqueiros-Cendón, L. I. Sianéiz-Estrada [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2024. – Vol. 26(1). – P. 125. – DOI: 10.3390/ijms26010125.

6. The lactoferrin phenomenon – a miracle molecule / P. Kowalczyk, K. Kaczyńska, I. Bukowska-Ośko [et al.] // *Molecules*. – 2022. – Vol. 27. – P. 2941. – DOI: 10.3390/molecules27092941.
7. Lactoferrin Market By Application, Form, Source, and End-use – Global Forecast to 2030 // *Market&Market*. – URL: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/lactoferrin-market-91627561.html> (date of access: 10.02.2025).
8. Factors Affecting the Lactoferrin Concentration in Bovine Milk / J. B. Cheng, J. Q. Wang, D. P. Bu [et al.] // *Journal of Dairy Science*. – 2008. – Vol. 91(– P. 970-976. doi: 10.3168/jds.2007-0689.
9. Current practices with commercial scale bovine lactoferrin production and alternative approaches / E. Krolitzki, S.P. Schwaminger, M. Pagel [et al.] // *International Dairy Journal*. – 2022. – Vol. 126. – DOI: 10.1016/j.idairyj.2021.105263
10. Получение рекомбинантного лактоферрина человека из молока коз-продуцентов и его физиологические эффекты / В. С. Лукашевич, А. И. Будевич, И. В. Семак [и др.] // *Докл. Нац. акад. наук Беларуси*. – 2016. – Т. 60, № 1. – С. 72–81.
11. Влияние сезона года и лактации на состав молока коз–продуцентов биоаналога лактоферрина человека / А. И. Будевич, Е. В. Петрушко, Д. М. Богданович [и др.] // *Вестник НГАУ*. – 2021. - № 1. – С. 81-91.
12. Мониторинг уровня продукции рекомбинантного лактоферрина человека в молоке генномодифицированных коз при длительной лактации / Е. В. Петрушко, Д. М. Богданович, А. И. Будевич [и др.] // *Зоотехническая наука Беларуси : сб. науч. тр. – Жодино*, 2020. – Т. 55, ч. 2. – С. 255-262.

Поступила 26.03.2025 г.

УДК 631.223.6:631.671

И.И. РУДАКОВСКАЯ, Д.Н. ХОДОСОВСКИЙ, В.А. БЕЗМЕН,
А.С. ПЕТРУШКО, А. А. ХОЧЕНКОВ, А.Н. СОЛЯНИК

ОПТИМИЗАЦИЯ ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В СЕКЦИИ ОПОРОСОВ

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

Наряду с кормлением, определяющим фактором, влияющим на продуктивность свиноматок, является снабжение их на всех стадиях репродуктивного цикла чистой доброкачественной питьевой водой нужной температуры и в нужном количестве. При содержании свиноматок в условиях промышленного предприятия значительные объёмы воды расходуются на технологические нужды. Перерасход воды приводит к увеличению затрат на утилизацию навозных стоков, повышается экологическая нагрузка от функционирования свиноводческого предприятия. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы снижения затрат воды на технологические нужды, которые превосходят потребности на поение свиней, что и стало целью научной работы. В ходе исследований установлены нормативы расхода воды при жидком типе кормления у

тяжело супоросных и лактирующих свиноматок по сезонам года на поение и выполнение технологических операций в условиях предприятия промышленного типа. Использование данных нормативов позволило обеспечить поддержание благоприятного микроклимата в секции для опоросов, а также сэкономить 5964 л воды (за 1 цикл содержания в течение 35 дней), используемой на навозоудаление, что снизило расходы на содержание животных, включая затраты на водоснабжение, переработку, хранение, транспортировку и утилизацию навозных стоков.

Ключевые слова: подсосные свиноматки, расход воды, микроклимат, продуктивность.

I.I. RUDAKOVSKAYA, D.N. KHODOSOVSKY, V.A. BEZMEN,
A.S. PETRUSHKO, A. A. KHOCHENKOV, A.N. SOLYANIK

OPTIMIZATION OF WATER CONSUMPTION IN FARROWING SECTION

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Along with feeding, the determining factor affecting the productivity of sows is the supply of clean, good-quality drinking water at the right temperature and in the right quantity at all stages of the reproductive cycle. When keeping sows in an industrial facility, significant amounts of water are consumed for technological needs. Overconsumption of water leads to an increase in the cost of manure disposal, and the ecological load due to the operation of a pig farming enterprise increases. In this regard, the issues of reducing water consumption for technological needs, which exceeds the needs for watering pigs, are of particular relevance, which has become the purpose of the scientific work. In the course of the research, water consumption standards for liquid type of feeding in heavily pregnant and lactating sows by seasons for drinking and performing technological operations in an industrial-type enterprise were established. The use of these standards made it possible to maintain a favorable microclimate in the farrowing section, as well as to save 5,964 liters of water (for 1 cycle of housing for 35 days) used for manure removal, which reduced the cost of animal housing, including the cost of water supply, processing, storage, transportation and disposal of manure effluent.

Key words: lactating sows, water consumption, microclimate, productivity.

Введение. Свиноматки мясного направления продуктивности являются многоплодными животными, способными не только родить 15-17 и более поросят, но и вырастить их до отъёма. Это определяет высокую напряжённость физиологических процессов в их организме, а также объясняет их требовательность к уровню и качеству кормления, комфортности условий содержания. Однако в производственных условиях часто наблюдается снижение производительности маточного стада

свиней. Среди определяющих факторов наряду с кормлением значимым является снабжение свиноматок на всех стадиях репродуктивного цикла чистой доброкачественной питьевой водой нужной температуры и в нужном количестве. При этом потребность в воде у супоросных и лактирующих свиноматок особенно велика из-за роста эмбрионов и секреции молока. [1, 2].

Отмечают положительную корреляцию между потреблением воды у подсосной свиноматки в первые три дня лактации и привесом поросят. Выявлено, что у животных, потреблявших менее 6 л воды в день, смертность поросят в первые дни лактации была наибольшей [3, 4, 5].

Вода, используемая для поения животных, а также для доведения корма до требуемой консистенции, является пригодной только в том случае, если по своим качествам она соответствует требованиям действующего в республике нормативного документа [6]. Однако при мониторинге качества воды свинокомплекса установлено ухудшение санитарно-химических показателей [7]. Так, превышения допустимой нормы по мутности в воде достигали до 41,3 %, окисляемости – до 4 %, содержания нитритов – до 15,1%, содержания марганца – в 1,1-2,9 раза, железа – в 16,3 раза.

Низкое качество воды означает появление ряда проблем со здоровьем у животных. Слишком жёсткая питьевая вода также негативно влияет на работу желудочно-кишечного тракта лактирующих свиноматок [5, 8].

Вопросы организации водоснабжения свиноводческих предприятий Беларуси определены в КНТП-1-2020 пункт 5.10 «Нормы потребности в воде и требования к водоснабжению» [9]. Вместе с тем при разработке данного пункта не учли изменения в уровне продуктивности свиноматок разводимых пород мясного направления продуктивности, наблюдаемые в последнее время.

При содержании свиноматок в условиях промышленного предприятия значительные объёмы воды расходуются на технологические нужды. Для питьевых целей и кормления животных на свинокомплексах затрачивается 25-32 % свежей воды, на удаление навоза – 30-60 %, на нужды обслуживающего персонала – 1-2,5 %, прочие процессы во вспомогательных зданиях и сооружениях – 2,2-5,5 % [10].

Перерасход воды помимо прямых затрат, обусловленных стоимостью воды, несёт и косвенные затраты. Излишек вода, попадая в систему навозоудаления, значительно увеличивает объём стоков, а, следовательно, и затраты на его утилизацию, повышается экологическая нагрузка от функционирования свиноводческого предприятия. В этой связи особую актуальность приобретают вопросы снижения затрат воды на технологические нужды, которые кратно превосходят

потребности на поение свиней.

Цель работы – разработать технологические приёмы оптимизации водопотребления и усовершенствовать нормы расхода воды при содержании подсосных свиноматок мясного направления продуктивности, способствующие снижению объёмов стоков.

Материал и методика исследований. Научно-производственный опыт выполнен в условиях свиноводческого предприятия, рассчитанного на 1000 основных свиноматок.

По принципу аналогов сформированы группы животных по 24 гол. каждая (контрольная и опытная) тяжело супоросных и подсосных помесных свиноматок.

За 5-7 дней до опороса и в течение 28 дней подсоса подопытных свиноматок содержали в контрольной и опытной секциях, в которых были созданы идентичные условия для животных. Свиноматок содержали индивидуально.

Тип кормления свиноматок – влажный. Раздачу кормовой смеси влажностью 73-75 % производили с использованием установки жидкого кормления в автоматическом режиме. Поение поросят-сосунов осуществляли посредством применения чашечных поилок, для подсосных свиноматок – ниппельных поилок.

Система навозоудаления – самотечно-сливная (ванно-трубная) периодического действия. Навоз попадал в накопительные ванны, расположенные под рядами станков и перекрытые решётчатыми полами. По мере заполнения ванн навозные массы отводились в центральный коллектор, отводящий стоки в станцию перекачки стоков, а затем в ёмкость для навозохранения.

В каждой из секций устроено 3 навозонакопительные ванны размером 2,25 м × 14,33 м × 0,7 м, под которыми смонтированы коллекторы (труба диаметром 250 мм).

Для обеспечения текучести навозной массы в ванны заливали воду. В контрольной секции толщина слоя воды соответствовала технологии, принятой на комплексе (10 см). В опытной секции она была снижена на 30 % (7 см). За период содержания поголовья опорожнение ванн в обеих секциях было проведено дважды.

Физические, органолептические, химико-бактериологические свойства питьевой воды определены согласно методике, предусмотренной СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству. Воды централизованных систем питьевого водоснабжения». Отбор проб питьевой воды произведён в 2-х точках: из разводящей сети внутри секции и поилки для свиноматок.

Определены следующие зоотехнические показатели: живая масса гнезда и количество поросят в гнезде при рождении и отъёме,

сохранность молодняка. Основные параметры микроклимата помещений определяли в соответствии с методикой [11].

Результаты исследований и их обсуждение. При системе жидкого кормления у свиней обязательно должен быть доступ к воде. Свиноматка никогда не выпьет лишнее количество воды, но дефицит её может стать причиной снижения уровня лактации, изменения качества молока.

Среднесуточное потребление воды подопытными животными существенно не различалось. При этом отмечена сезонная неравномерность в потреблении воды. Так, максимальное потребление установлено в тёплый период: у тяжело супоросных свиноматок – 14,5 л/гол., у лактирующих – 25,5 л/гол., достигая в отдельные дни 28-35 л/гол. Температура воздуха (средняя) в зоне размещения свиноматок в этот период находилась в пределах 21,8-22,6 °С, повышаясь до 28 °С и выше.

В холодный период (при температуре воздуха в зоне расположения животных в пределах 20,1-20,7°С) потребление воды было наименьшим: 12,8 л/гол. и 20,5 л/гол. у тяжело супоросных и подсосных свиноматок соответственно.

Для того, чтобы свиноматки смогли получить суточную норму воды, потребляя её за короткий интервал времени, использованы поилки с пропускной способностью в пределах 2-2,3 л/мин., давление воды в них – 3,6-3,8 бар.

Среднесуточное потребление воды у поросят-сосунов также изменялось по сезонам года: в холодный и переходный периоды – до 0,4 л/гол., в тёплый – до 0,6 л/гол.

Питьевая вода для подопытных свиноматок по физическим свойствам, химическому составу и бактериологическому состоянию соответствовала санитарно-гигиеническим нормам. Так, в пробах воды отсутствовали запах и привкус, а также общие колиморфные и термотолерантные колиморфные бактерии.

Общая жёсткость воды составляла 3,3-3,4 мг-экв./дм³, сухой остаток – 209-222 мг/дм³, что ниже примерно на 50 и на 80 %, чем допускаемый нормативом уровень.

Содержание железа в пробе воды № 1 было менее 0,1 мг/дм³, марганца – менее 0,05 мг/дм³, а в пробе № 2 концентрация элементов повысилась до 0,17 и 0,05 мг/дм³ соответственно, что также не превысило норматив.

Среднесуточный расход воды на приготовление корма и промывку системы жидкого кормления для подопытных свиноматок обеих сравниваемых групп – 19,5 л/гол.

На поддержание требуемого ветеринарно-санитарного состояния в секциях для подопытного поголовья были израсходованы существенные объёмы воды (до 40 % от общего потребления). В контрольной

секции расход воды на навозоудаление в расчёте на одну свиноматку – 23 л/сутки. В опытной секции среднесуточный расход в расчёте на одну свиноматку – 16 л, что меньше на 7 л в сравнении с показателем контрольной секции.

Среднесуточный расход на выполнение остальных технологических операций при содержании свиноматок в обеих сравниваемых секциях (мойка оборудования, дезинфекция и др.) составил 1,0 л/станок.

Среднесуточный расход воды на одну свиноматку, содержащуюся в опытной секции для опоросов, при жидком типе кормления в холодный период года – 56,9 л, переходный – 57,8 л, в тёплый период – 62 л.

Температурно-влажностный режим воздуха в изучаемых секциях можно охарактеризовать как соответствующий, в основном, нормативным требованиям [9]. Отмечено снижение относительной влажности внутреннего воздуха в опытной секции. Параметр соответствовал нормативным требованиям и составил в переходный период 53,8-62,2 %, в тёплый – 51,7-61,5 %, в холодный период – 55,2-63,3 %, что ниже на 5,8-6,4 п. п., 3,5-4,9 и 3,2-4,9 п. п. показателей контрольной секции.

Превышения ПДК по содержанию вредных газов в воздушной среде секций не установлено. В холодный период содержание углекислого газа и аммиака было наибольшим: в контрольной секции – 0,1-0,12 % и 4,3-5,4 мг/м³, в опытной секции – 0,11-0,13 % и 4,5-5,7 мг/м³ соответственно.

Значимых межгрупповых различий по продуктивным качествам свиноматок при опоросе не отмечено. Так, многоплодие в пометах животных контрольной группы по сезонам года колебалось в пределах 12,0-12,4 гол., опытной группы – 12,2-12,4 гол., масса гнезда – 13,9-14,1 и 13,6-14,7 кг (таблица 1).

Таблица 1 – Продуктивность подопытных свиноматок при опоросе

Показатель	Группа животных	
	контрольная, n=24	опытная, n=24
Переходный период		
Среднее количество поросят в гнезде, гол.	12,4±0,44	12,2±0,46
Масса гнезда, кг	13,9±0,40	13,8 ±0,45
Тёплый период		
Среднее количество поросят в гнезде, гол.	12,0±0,51	12,2±0,62
Масса гнезда, кг	14,0±0,57	14,7±0,40
Холодный период		
Среднее количество поросят в гнезде, гол.	12,2±0,45	12,4±0,36
Масса гнезда, кг	14,1±0,37	13,6±0,38

В тёплый период отмечена тенденция превосходства свиноматок опытной группы по отъёмной массе гнезда на 4,0 кг в сравнении с контрольными аналогами, а в переходный и холодный периоды свиноматки контрольной группы имели незначительное преимущество по данному показателю – 1,0 и 1,6 кг (таблица 2).

Таблица 2 – Продуктивность подопытных свиноматок при отъёме

Показатель	Группа животных	
	контрольная, n=24	опытная, n=24
Переходный период		
Среднее количество поросят, гол.	11,4±0,27	11,5±0,30
Масса гнезда, кг	84,3±2,11	83,3±1,69
Сохранность, %	92,0	94,3
Тёплый период		
Среднее количество поросят, гол.	11,8±0,24	12,0±0,21
Масса гнезда, кг	82,5±1,82	86,5±1,94
Сохранность	98,3	98,4
Холодный период		
Среднее количество поросят, гол.	11,6±0,24	11,8±0,21
Масса гнезда, кг	83,7±2,04	82,1±1,33
Сохранность, %	95,0	95,2

Различия по выходу деловых поросят составили в переходный период 0,1 гол., в тёплый и холодный периоды – 0,2 гол. в пользу свиноматок опытной группы.

Применение разработанного приёма позволило снизить расход воды на навозоудаление по опытной секции на 5964 л, что в стоимостном выражении сокращает затраты на 303,39 руб., из них 14,02 руб. – затраты на водоснабжение, 289,37 руб. – затраты на переработку, хранение, транспортировку и утилизацию навозных стоков.

Заключение. Для оптимизации расхода воды на навозоудаление в секции для опоросов предлагается сократить толщину слоя воды на дне ванн на 30 % (7 см), что позволяет снизить среднесуточный объём воды на 7 л/станок по сравнению с традиционным режимом эксплуатации ванно-трубной системы навозоудаления. Объём сэкономленной воды за технологический цикл по секции для опоросов составил 5964 л.

Литература

1. Околышев, С. Молочная продуктивность свиноматок / С. Околышев, Е. Кириллова, А. Стрелков // Животноводство России. – 2013. – № S2. – С. 41-42.
2. Chaler, S. M. Важность потребления воды для свиноматок в период лактации / S. M. Chaler // Pig333.ru [Сообщество свиноводов-профессионалов]. – URL: https://www.pig333.ru/articles/важность-потребления-воды-свиноматками-во-время-лактации_3537/ (дата обращения 7.12.2020).

3. Вебер, М. Обеспечение свиней водой – на что обращать внимание / М. Вебер // Портал промышленного свиноводства. – URL: <https://piginfo.ru/article/obespechenie-sviney-vodoy-na-chto-obrashchat-vnimanie/> (Дата обращения: 28.09.2016).
4. Управление кормлением в период лактации во многом определяет успех следующего цикла (I). Факторы связанные с потреблением воды и периодом перед опоросом / С. Pineiro, M. A. de Andres, D. Brito Goncalves, M. Aparicio // Pig333.ru [Сообщество свиноводов-профессионалов]. – URL: https://www.pig333.ru/articles/кормление-свиноматок-в-период-лактации-потребление-воды_4455/ (дата обращения 11.11.2024).
5. Комлацкий, В. И. Биология и этология свиней : учеб. пособие / В. И. Комлацкий, Л. Ф. Величко, В. А. Величко. – Краснодар : КубГАУ, 2017. – 137 с.
6. СанПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству. Воды централизованных систем питьевого водоснабжения» // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – URL: <https://mshp.gov.by/ru/technical-acts-ru/view/sanitarnye-pravila-i-normy-214-laquopitjevaja-voda-i-vodosnabzhenie-naselennyx-mest-pitjevaja-voda-gigieni-4088/> (дата обращения 11.11.2024).
7. Медведский, В. А. Экологический мониторинг качества воды в условиях свиноводческого комплекса / В. А. Медведский, А. В. Карась, Т. В. Медведская // Актуальные проблемы интенсивного развития животноводства : сб. науч. тр. / БГСХА. – Горки, 2010. – С. 190-196.
8. Садовов, Н. А. Гигиена воды : учебно-методическое пособие / Н. А. Садовов, А. Ф. Трофимов, И. В. Брыло. – Минск : Экоперспектива, 2012. – 186 с.
9. Комплексные нормы технологического проектирования новых, реконструкции и технического перевооружения существующих животноводческих объектов по производству молока, говядины и свинины : КНТП – 1 – 2020 / И. В. Брыло, Н. А. Сонич, И. С. Царик [и др.] ; Национальная академия наук Беларуси, Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск, 2021. – 121 с.
10. Блекман, Л. М. Ресурсы и энергосберегающие технологии в агропромышленном комплексе / Л. М. Блекман, Н. И. Анисимова. – Минск : Ураджай, 1990. – 270 с.
11. Методика оценки микроклимата производственных помещений свиноводческих и молочно-товарных ферм и комплексов : методические указания / В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка, Л. Н. Шейграцова [и др.]. – Жодино : Научно-практический центр НАН Беларуси по животноводству, 2022. – 17 с. – DOI 10.47612/methodology-for-assessing-the-microclimate-of-industrial-spaces-2021.

Поступила 11.03.2025 г.

А.Н. СОЛЯНИК, Д.Н. ХОДОСОВСКИЙ, А.А. ХОЧЕНКОВ,
А.С. ПЕТРУШКО, И.И. РУДАКОВСКАЯ, В.А. БЕЗМЕН

АНАЛИЗ УРОВНЯ КОМФОРТНОСТИ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ СВИНЕЙ В УСЛОВИЯХ ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА

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

Благополучие животных подразумевает создание человеком комплекса условий, обеспечивающих удовлетворение всех биологических потребностей организма и способствующих полному раскрытию его генетического потенциала. В связи с этим проведён анализ уровня комфорта среды обитания свиней в условиях промышленного свиноводческого комплекса, а также на определение роли человека в формировании оптимальных условий содержания данных животных. Исследования, проведённые в секторах для подсосных свиноматок, подтвердили важность поддержания оптимальных микроклиматических параметров. В частности, для свиноматок перед опоросом необходимо обеспечивать температуру воздуха не ниже 22 °С. Для новорождённых поросят требуется поддержание температуры в диапазоне 30-35 °С, а к завершению подсосного периода этот показатель должен составлять 24 °С, а перед отъёмом – 28 °С. При изучении действий оператора установлено, что присутствие его в момент опороса увеличивает сохранность поросят в самый критический период подсоса на 3-5-й день от рождения поросят в среднем на 2-3 %.

Ключевые слова: комфортность, среда обитания, свиноматки, поросятососы, стресс, критические точки поведенческого репертуара свиней, типы взаимодействий человека и животных.

A.N. SOLYANIK, D.N. KHODOSOVSKY, A.A. KHOCHENKOV,
A.S. PETRUSHKO, I.I. RUDAKOVSKAYA, V.A. BEZMEN

ANALYZING THE PIG ENVIRONMENT COMFORT LEVEL IN THE CONDITIONS OF AN INDUSTRIAL COMPLEX

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Animal welfare implies the creation by humans of a set of conditions that ensure the satisfaction of all biological needs of the organism and contribute to the full development of its genetic potential. In this regard, we have analyzed the pig environment comfort level in the conditions of industrial pig breeding complex, defining the human role in the creation of optimal animal housing conditions. Studies conducted in the suckling sow sectors have confirmed the importance of maintaining optimal

microclimatic parameters. In particular, for sows due to farrow it is necessary to ensure an air temperature of at least 22°C. For newborn piglets, it is necessary to maintain the temperature in the range of 30-35°C, by the end of the suckling period this indicator should be 24°C, and before weaning – 28 °C. When studying the operator's actions, it has been found that his presence at the moment of farrowing increases the livability of piglets during the most critical period of suckling on the 3-5th day after the birth of piglets on average by 2-3%.

Keywords: comfort level, environment, sows, suckling piglets, stress, critical points in the behavioral repertoire of pigs, types of human-animal interactions.

Введение. Свиньи относятся к млекопитающим с развитым уровнем интеллекта и выраженным социальным поведением. Помимо этого, они крайне чувствительны к условиям содержания, и при их нарушении могут проявлять агрессию, доходящую до проявлений каннибализма. Эти животные хорошо распознают друзей и врагов, а в стаде строго придерживаются иерархии. Их поведение служит индикатором того, насколько для них комфортна окружающая среда.

Дискомфортное состояния возникает из-за антисанитарных условий тела (пот, грязь, паразиты, мелкие повреждения), а также вследствие статичного положения тела в пространстве и неравномерной нагрузки на определённые его участки под воздействием гравитации. Для удобства анализа комфортное поведение разделяют на несколько категорий: очищение тела, потряхивание, почесывание о предмет, катание по субстрату (пыль, зола, песок, грязь), а также купание (в воде, золе, пыли).

Дискомфорт может возникать из-за социальной активности животных, а также под воздействием неблагоприятных условий их содержания. При этом человек играет ключевую роль в обеспечении комфортных условий для данного вида. Несмотря на то, что свиньям комфортно с людьми, которые систематически за ними ухаживают, они не чувствуют себя спокойно в присутствии незнакомых людей и ведут себя с ними иначе, поэтому в промышленных условиях оператор обязан обладать знаниями особенностей психики свиней [1, 2, 3, 4].

Животноводы стараются создать наиболее спокойную обстановку для подсосных свиноматок, поскольку синтез молока для их организма в период преодоления нагрузки и расходование для этого дополнительной энергии становятся нежелательными. Их страх или тревога во время кормления поросят способны вызвать не только неадекватную двигательную реакцию и задавливание приплода, но и остановку выработки и отдачи молока, что значительно увеличит риск для жизни поросят. Психический стресс и нарушение спокойной обстановки для подсосных маток становятся предпосылкой для развития синдрома мастит-метрит-агалактия (ММА). В его основе лежат нарушения эндокринной функции надпочечников, гипотиза, щитовидной железы и яичников, т. е. тех

гормональных систем, которые во многом определяют молочную продуктивность и качество молока. Развитие ММА у подсосных маток сопровождается повышением температуры тела, а молоко их часто вызывает диарею у поросят. Заболевшие поросята гибнут или значительно отстают в росте от своих сверстников.

В современных условиях требуются информативные комплексные показатели функционального состояния организма свиней. Эти показатели должны отражать потребности самого животного в окружающей среде и основываться на его генетической адаптации к условиям обитания, проявляющейся через жизненные функции. Животные с помощью определённых поведенческих действий снижают влияние стрессовых факторов на организм [5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12].

Обобщая мнения разных учёных и опираясь на наши собственные исследования, можно сказать, что «благополучие животного» представляет собой создание человеком комплекса комфортных условий, которые удовлетворяют все потребности организма животного и дают возможность максимально раскрыть его генетический потенциал.

Целью исследований являлось проведение анализа комфортности среды обитания свиней в условиях промышленного свиноводческого комплекса с определением роли человека в формировании комфортных условий содержания животных.

Материал и методика исследований. Экспериментальная работа выполнялась в секторах свинокомплекса на 1000 свиноматок. Исследования проводились на группах холостых и осеменяемых, супоросных и подсосных свиноматок.

Проведён анализ комфортности среды обитания свиней в условиях промышленного свиноводческого комплекса. Состояние условий содержания свиноматок и их соответствие критериям благополучия изучали согласно «Методике определения комфортности условий среды обитания свиней на основе технологических и этологических показателей» [13]. Проанализированы особенности поведения маток, которые визуально свидетельствовали об их беспокойстве и дискомфорте.

В результате исследований изучено формирование поведенческого статуса маточного поголовья свиней в критические периоды воспроизводства. Также проведены мониторинг параметров микроклимата. В ходе исследований изучались: внешний вид животного и поведенческая активность (соответствие критериям здорового животного, виды активности, виды отклонений в поведении животных), зоогигиенические показатели (температура (°C) и относительная влажность (в %) внутреннего воздуха – прибором комбинированным «ТКА-ПКМ»; скорость движения воздуха (м/с) – комбинированным прибором «Testo»; концентрация аммиака (мг/м³) – комбинированным прибором АНКАТ-7664.

Исследованы этологические показатели.

Результаты исследований и их обсуждение. Свинарник для содержания супоросных свиноматок имеет размеры 90×18,8 м. В здании расположены 12 крупнодинамичных групповых загонov размером 14950×8800×1100 со станцией индивидуального кормления в каждом. Кормление осуществляется с использованием установки жидкого кормления в автоматическом режиме с помощью компьютера. Корм подаётся в групповые кормушки насосом. Предусмотрены маркирование свиноматок, которые приходят в охоту, а также система мониторинга посредством отображения данных на компьютере. Поение производится из сосковых поилок. Температура воды для поения должна быть равной температуре воздуха в здании.

Навозоудаление. Навоз попадает в ванну, находящуюся под бетонным щелевым полом. По мере заполнения ванны навозная жижа выпускается в магистральную трубу и самотёком в предварительную ёмкость (станцию перекачки стоков), откуда далее насосом перекачивается в бетонные навозохранилища.

Вентиляция и микроклимат. Приток воздуха осуществляется через стеновые клапана с пластиной направления потока воздуха, вытяжка – при помощи устанавливаемых в крыше вытяжных каминов со встроенными в них регулируемые вентиляторами. Количество и скорость движения воздуха контролируется компьютером. Подогрев поступающего воздушного потока в секции обеспечивается за счёт генераторов прямого сгорания, функционирующих на основе природного газа. Предусмотрено регулирование микроклимата по следующим параметрам: по температуре, по влажности, по объёму поступающего воздуха и скорости его движения.

Свинарник для опоросов имеет размеры 120×18,8 м. Животные содержатся в 12-ти секциях вместимостью 24 станка каждая (всего 288 индивидуальных станков). Поголовье – 24 гол. × 12,0 = 288 гол.

В течение исследований нами проводился мониторинг показателей микроклимата во всех сектора для содержания маточного поголовья (таблица 1).

Наблюдения за состоянием микроклимата в здании для содержания холостых и осеменяемых маток свидетельствуют о том, что в холодный период года в здании поддерживался стабильный температурный режим внутреннего воздуха. Так, этот показатель колебался в пределах 16,6-17,5 °С, что отвечает нормативным требованиям. При этом относительная влажность внутреннего воздуха была в пределах 72,4 и 73,8 %, что находилось в пределах норм. Существенными факторами в формировании микроклимата помещения являются воздухообмен и скорость движения воздуха. Скорость движения воздуха в зимний период

наблюдений находилась в пределах норм РНТП-1-2004 и не превышала 0,3 м/с. Аналогично уровень аммиака был в пределах допустимых норм и изменялся от 8,2 до 10,6 мг/м³.

Таблица 1 – Параметры микроклимата в секциях для содержания холостых, супоросных и подсосных свиноматок в холодный период, $M \pm m$

Показатели	Холостые и осеменяемые	Супоросные	Подсосные
Температура внутреннего воздуха, °C:			
на высоте 0,5 м	16,6±0,25	17,1±0,12	20,6±0,15
на высоте 1,5 м	17,5±0,46	17,9±0,13	20,9±0,17
Содержание аммиака, мг/м ³ :			
на высоте 0,5 м	8,2±0,15	13,7±0,27	5,53±0,11
на высоте 1,5 м	10,6±0,67	14,4±0,27	6,27±0,10
Скорость движения воздуха, м/с			
на высоте 0,5 м	0,16±0,02	0,13±0,04	0,12±0,05
на высоте 1,5 м	0,18±0,02	0,17±0,06	0,13±0,04
Относительная влажность внутреннего воздуха, %:			
на высоте 0,5 м	73,8±2,2	69,8±0,51	69,9±0,15
на высоте 1,5 м	72,4±2,4	68,7±0,24	62,7±0,27

Температура воздуха в секторе для супоросных свиноматок изменялась от 17,1 до 17,9 °C, она регулировалась автоматической подачей воздуха и удалением отработанного. Уровень температурных показателей находился в пределах норм. Скорость движения воздуха изменялась в пределах от 0,13 до 0,17 м/с, что также соответствовало допустимым нормам. Аналогично уровень аммиака не превосходил показатель, допустимый нормами РНТП, и колебался от 13,7 до 14,4 мг/м³. Относительная влажность изменялась от 68,7 до 69,8 %, что не превышало допустимый уровень.

В течение исследований нами проводился мониторинг показателей микроклимата в секторах для опоросов в весенне-летний период. Установлено, что в тёплый период года содержание в воздухе аммиака изменялось от 13 до 16 мг/м³, что было ниже допустимого уровня. Температура воздуха в помещении изменялась от 19,2 до 24,8 °C, что находилось в пределах допустимых норм для маточника. Скорость движения воздуха была несколько ниже предельно допустимого значения и составляла 0,21-0,24 м/с. Относительная влажность воздуха изменялась от 56 до 62 % и была в пределах нормы. Температура внутри помещения

соответствовала норме и изменялась от 20 до 22 °С.

Обогрев в секциях обеспечивается дельта-трубами. Обогрев рассчитывается исходя из температуры в зимний период – 35 °С. В комплект системы входят необходимые клапаны и насосы для каждой секции.

Вентиляция и отопление для поросят. Регулирование микроклимата осуществляется по следующим параметрам:

- по температуре: 22 °С (в зоне локального подогрева: 1 неделя 34-36 °С; 2 неделя – 32-34 °С; 3 неделя – 30-32 °С; 4 неделя – 28-30 °С);
- по влажности: 40-70 %;
- по объёму поступающего воздуха и по скорости движения.

Для автоматического режима работы системы микроклимата необходимо обеспечить герметичность секторов. Гнёзда оснащены водообогреваемыми ковриками и инфракрасными лампами.

На предприятии применяется фиксированное и групповое содержание свиней. Фиксированное содержание на участке осеменения – одно из самых эффективных, оно позволяет избежать травм и снизить количество абортёв. Но при этом методе ограничивается подвижность животных, поэтому свиноматки содержатся в фиксированном положении до 30 дней после осеменения, а потом переводятся на групповое содержание. Кроме того, по европейским нормам, связанным именно с благополучием животных, свиноматок необходимо перевести в групповые станки, где они содержатся по 30-40 голов. Во-первых, движение благоприятствует развитию плода. Во-вторых, свиноматка может проявлять свои поведенческие инстинкты. Однако групповое содержание влечёт за собой и осложнения, угрожающие как здоровью свиноматки, так и сохранности будущего потомства. Именно по этой причине большая роль отводится операторам, которые владеют знаниями в области этологии и зоопсихологии свиней.

При изучении условий содержания *холостых и условно-супоросных свиноматок* установлено, что индивидуальные станки создают многофакторный дискомфорт для животного. Свиноматка не может реализовать свою активность, которая связана с её гормональным фоном, поэтому результат прихода в охоту в биологически-обусловленные сроки не всегда может быть достигнут. Факторами, вызывающими дискомфорт, являются: гиподинамия, отсутствие социализации, невозможность контролировать свою температуру через поведение, наличие по соседству животных, вызывающих нервно-возбудимую обстановку. Исходя из этого, отмечено, что для успешного прихода в охоту и последующего осеменения необходим периодический контакт холостых свиноматок с оператором, который владеет навыками общения с животными и знает их особенности. Именно такой специалист заранее может, наблюдая за характером свиноматок, формировать будущую группу

супоросных свиноматок. Опытный оператор не вызывает отрицательных эмоций у животного, наблюдает за сигналами, положением конечностей, интенсивностью жеваний, проявлением базовых инстинктов.

Термин «групповое поведение» описывает поведенческие адаптации, которые включают разные уровни взаимодействия и конкуренции среди свиней, находящихся на ограниченной территории. Это особенно заметно в секторе, предназначенном для содержания супоросных и глупоко супоросных свиноматок. Следствием объединения животных является развитие социальных отношений. Термин «социальное поведение» подразумевает развитый уровень взаимодействия между членами сообщества, который следует рассматривать как форму группового поведения. Для комфортного состояния необходимо формировать у свиноматок позитивные реакции, подавлять проявление агрессии. Установлено, что высокая концентрация животных ограниченном пространстве ведёт к повышению уровня их раздражительности и тревоги, что может способствовать нарушению иерархии в стаде, а также увеличению числа проявлений каннибализма. Особенно в сообществе свиней социальное поведение имеет приоритетное значение для формирования социального комфорта.

При анализе группового поведения установлено, что появление в числе обслуживающего персонала новых людей может вызвать стресс у свиней, так как животные достаточно быстро привыкают к тем людям, которые за ними ухаживают. При появлении новых сотрудников следует проводить обучение: привычный для свиней оператор должен несколько дней поработать с новым специалистом. Таким образом, фактор стресса, связанный с присутствием нового человека, будет устранён и не повлияет негативно на свиноматок. Однако ограниченная территория и вынужденный постоянный контакт особей (с индивидуальными, порой антагонистическими чертами характера) между собой создают напряжённую психологическую обстановку. При визуальной оценке уровня комфортности отмечено, что животные, занимающие низшие ранговые места, боятся принимать корм рядом с лидерами, у них менее продолжительные периоды покоя. Такие животные, как правило, являются объектом нападения и проявления агрессии другими свиньями.

Определено, что в зимний и зимне-весенний периоды через вентиляцию в секторах маточника происходят значительные теплопотери. Правильная настройка вентиляционного оборудования оценивается по поведению животных: если им холодно, поросята сбиваются в кучу, а при комфортной температуре располагаются на расстоянии друг от друга и лежат на боку.

При исследовании условий содержания в секторах для подсосных свиноматок выявлено, что ключевую роль в обеспечении комфортности

занимает соблюдение параметров микроклимата. В секторах для свиноматок перед опоросом температура должна быть не ниже 22 °С, для новорождённых поросят необходимо поддерживать температуру 30-35 °С, а в конце подсосного периода – 24 °С. После отъёма в секторе необходимо установить температуру 28 °С и еженедельно её следует снижать не более чем на 1 °С, доводя до 22 °С.

Поведение свиней не всегда согласуется с действиями человека, что может вызывать нарушение привычных стереотипов их поведения. В результате складывается неудобная ситуация, способствующая изменениям в характере их активности. В секторе *опоросов* для того, чтобы определить, как влияют взаимоотношения оператора и обслуживаемого им поголовья, на виды активности поросят-сосунов проведены исследования изменений в их этологическом статусе. Условно мы обозначили действия операторов соседних секторов – тип взаимодействий 1 и тип взаимодействий 2 (таблица 2). При этом оператор 1 в отличие от оператора 2 имел больший опыт работы в свиноводстве, в том числе, в маточнике. Кроме того, совершая обычные действия, такие как открывание двери в сектор, осмотр поголовья, чистка станков, оператор 1 делал это с большей осторожностью с учётом высокой чувствительности свиней к звукам, в отличие от оператора 2, который не обладал достаточным опытом ухода за животными данного вида. Его действия были правильными и в то же время нейтральными по отношению к своим подопечным.

Таблица 2 – Влияние действий оператора на распределение активности поросят-сосунов, %

Виды активности поросят-сосунов	Тип взаимодействий 1	Тип взаимодействий 2
Движение, игры	10,4	16,4
Потребление корма	25,6	22,2
Отдых	48,4	47,6
Девiantное поведение, агрессия	1,4	2,0
Комфортное поведение	1,8	1,2
Исследовательское поведение (новые виды действий по изучению среды обитания)	12,4	10,6

На основании исследований, сформированы основные правила поведения оператора, повышающие комфортность животных:

- входить в сектор следует максимально аккуратно и тихо, начиная с плавного открывания двери, при этом можно сопроводить действия тихими словами приветствия для животных;

- на операторе должна быть чистая одежда и обувь, в которой он ежедневно взаимодействует со своими подопечными. Особенно важно, чтобы обувь оставалась той же, в которой оператор обычно приходит, так как острое обоняние свиней позволяет им лучше воспринимать привычный и дружелюбный статус данного человека.;

- во время утреннего обхода станков оператор внимательно наблюдает за состоянием животных, тихо разговаривая с ними. Он оценивает, как выглядят их глаза, состояние шерсти и кожи. Особое внимание уделяется частоте дыхания, а также наличию или отсутствию выделений из носа и глаз.;

- при появлении нового оператора (сменщика) следует разместить в станках для молодняка простые и доступные материалы для манипуляций, например, картонные коробки. Это поможет отвлечь свиней от незнакомого человека и снизит уровень стресса у животных.

В наших исследованиях именно такие действия были характерны для оператора 1. Тип такого общения с животными и, соответственно, тип взаимодействий можно назвать *взаимополезными*. В результате установлено, что квалификация и опыт работы с поросятами-сосунами и подсосными свиноматками (оператор 1) влияют на формирование у молодняка пищевых мотиваций и снижение агрессивных взаимодействий (таблица 2). Кроме того, в период потребления подкормки поросятами усиливается их исследовательская активность, а также заметно улучшение состояния комфорта. При изучении действий оператора установлено, что присутствие его в момент опороса увеличивает сохранность поросят в самый критический период подсоса – на 3-5-й день от рождения поросят в среднем на 2-3 %. Анализируя работу оператора, в секторах которого сохранность была самой высокой, установлено, что его квалификация и высокий профессионализм играли существенную роль. Оператор регулировал распределение поросят у сосков свиноматки по крупноплодности: мелких поросят подсаживал к передним соскам, а крупных – к задним. Это обуславливалось тем, что при отсутствии оператора во время опороса поросята обычно искали соски в пределах длины пуповины. В результате до рождения последнего поросёнка большинство из них оказывалось у задних сосков. Для обеспечения сохранности и жизнеспособности новорождённых поросят оператор в первые 20-30 минут уделял внимание самым слабым из них, помогая им получить молозиво. Для этого он направлял струйку молозива в рот поросёнка с помощью массажа вымени. В течение дня велось наблюдение за состоянием поросят, чтобы своевременно выявить признаки слабости и обеспечить их расположением на обогреваемом коврикe. Помощь оказывалась поросёнкам, которые, несмотря на слабость, всё же проявляли признаки пищевой мотивации.

Действия оператора 2, как уже отмечено ранее, можно охарактеризовать как полезно-нейтральный тип взаимодействий. Действия не имели отрицательной направленности, но не формировали положительных реакций у животных.

Если процесс опороса занимает не более часа, поросят после обтирания рекомендуется сразу подпускать к свиноматке всем помётом. Если же опорос затягивается, их подпускают партиями, то есть по мере появления и предпочтительно по несколько поросят одновременно. Независимо от продолжительности опороса, перед кормлением необходимо подготовить молочную железу свиноматки. Для этого рекомендуется обмыть её тёплой кипяченой водой, а затем обработать слабым розовым раствором марганцовки.

В первые 20-30 минут после рождения к матке первыми подсаживают наиболее слабых поросят. При необходимости им оказывается помощь: путём массажа вымени молозиво направляется непосредственно в ротовую полость поросёнка. В течение последующего дня осуществляется мониторинг состояния новорождённых, уделяя особое внимание признакам слабости, чтобы обеспечить таким поросятам доступ к обогреваемому коврику.

Заключение. Таким образом, проведён детальный анализ уровня комфортности среды обитания свиней в условиях промышленного свиноводства с особым акцентом на определение значимости человеческого фактора в обеспечении оптимальных условий содержания животных. Установлено, что комфортность условий содержания свиней напрямую связана с созданием обстановки, максимально соответствующей их физиологическим потребностям. Исследования, проведённые в секторах для подсосных свиноматок, подтвердили важность поддержания оптимальных микроклиматических параметров. В частности, для свиноматок перед опоросом необходимо обеспечивать температуру воздуха не ниже 22 °С. Для новорождённых поросят требуется поддержание температуры в диапазоне 30-35 °С, тогда как к завершению подсосного периода этот показатель должен составлять 24 °С. Перед отъёмом температура в секторе устанавливается на уровне 28 °С, с её последующим постепенным снижением, не более чем на 1 °С в неделю, до достижения значения в 28 °С.

В ходе исследований выделены ключевые критические точки, требующие приоритетного внимания при изучении поведения свиней. К ним относятся: соблюдение технологий кормления, содержания и распорядка дня; поддержание чистоты помещений и технологического оборудования; обеспечение животных свежей и чистой водой, особенно в период опороса, когда свиноматка теряет значительное количество жидкости, а вода необходима для образования молозива; оперативное

обращение к ветслужбе при подозрении на серьёзные патологические состояния; оказание первичной помощи свиноматкам и поросётам; проведение мероприятий зооветеринарного характера; поддержание микроклимата на оптимальном уровне; строгое соблюдение санитарно-гигиенических норм; постоянный контроль за положением свиноматки в логове.

Установлено, что визуальные поведенческие признаки являются важными индикаторами комфортности у животных. Например, если поросётам холодно, они сближаются, ложатся тесно друг к другу, образуя «кучу». Если же им комфортно, они располагаются на боку, равномерно на некотором расстоянии друг от друга. Свиноматка после кормления обычно ложится, чтобы отдохнуть перед следующим кормлением поросят. В условиях комфорта её положение характеризуется лежанием на боку с вытянутыми конечностями. Напротив, лежание на животе с поджатыми ногами может указывать на дискомфорт. Причинами этого могут быть недоедание, запоры, холод, социальный стресс или патологические состояния. Запоры и твёрдый кал являются серьёзными симптомами кишечных проблем, которые также могут снижать выработку молока у свиноматки, приводить к повышению температуры тела и потере аппетита. Наблюдение за поведением поросят в гнёздах также представляет ценную информацию. Если молодой собирается у вертикальной опоры после кормления, это может сигнализировать о недостаточном получении молока из задних сосков свиноматки. Кроме того, громкие звуки в помещении маточника воспринимаются животными как угроза, поэтому следует избегать резких движений и излишнего шума при взаимодействии с матками и их потомством.

При изучении действий оператора установлено, что присутствие его в момент опороса увеличивает сохранность поросят в самый критический период подсоса на 3-5-й день от рождения поросят в среднем на 2-3 %.

Определены типы взаимодействий человека и животных на основе этологических особенностей свиней, повышающие комфортность условий содержания. Установлено, что при соблюдении всех правил и требований по уходу за животными, наиболее комфортную обстановку для свиней создавал основной оператор (тип взаимодействий 1), который больший период времени находился с животными и лучше знал особенности их поведения. Подменный оператор (тип взаимодействий 2) не в полной мере владел навыками ухода за свинопоголовьем, что и отражалось на комфортности их жизнедеятельности.

Литература

1. Социальный стресс и психическое здоровье / Т. Б. Дмитриева, А. И. Воложин, Ю. А. Александровский [и др.]. – Москва, 2001. – 248 с. – ISBN 5-89004-137-1.

2. Попов, С. В. Неопределённость как детерминанта поведения // Сборник тезисов IV Всерос. конф. по поведению животных. – Москва, 2007. – С. 21-22.
3. Макрушин, П. В. Этология и продуктивность сельскохозяйственных животных : учеб. пособие для с.-х. вузов / П. В. Макрушин, В. А. Каптюшин. – Саратов, 1988. – 57 с.
4. Методические рекомендации по изучению поведения сельскохозяйственных животных. Вып. 1 / под ред. В. И. Велижанина ; ВАСХНИЛ. ВНИИРГСХЖ. – Ленинград, 1975. – 84 с.
5. Кабанов, В. Д. Повышение продуктивности свиней / В. Д. Кабанов. – Москва : Колос, 1983. – 256 с.
6. Походня, Г. С. Промышленное свиноводство / Г. С. Походня. – Белгород : Крестьянское дело, 2002. – 483 с. – ISBN 5-86146-096-5.
7. Марюшин, В. Д. Сокращение продолжительности подсосного периода у свиноматки / В. Д. Марюшин, З. К. Марюшина // Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных : науч. тр. – Харьков, 1968. – Т. 3. – С. 9-11.
8. Взаимосвязь этологических и конституциональных характеристик свиноматок с их продуктивностью / А. Н. Шацкая, Д. Н. Ходосовский, А. А. Хоченков [и др.] // Учёные записки УО ВГАВМ. – 2013. – Т. 49, № 2-1. – С. 330-333.
9. Комлацкий, В. И. Биологические основы производства свинины (курс лекций) : учеб. пособие / В. И. Комлацкий, Л. Ф. Величко. – Краснодар : КубГАУ, 2010. – 175 с.
10. Качество свинины при использовании иммуномодулирующего препарата / В. А. Погодаев, И. Г. Рачков, Л. В. Кононова [и др.] // Свиноводство. – 2021. – № 7. – С. 25-28. – DOI 10.37925/0039-713X-2021-7-25-28.
11. Погодаев, В. А. Результаты анализа количественных и качественных показателей мясной продуктивности свиней / В. А. Погодаев, К. А. Катков, В. А. Боташева // Аграрный научный журнал. – 2021. – № 12. – С. 94-99. – DOI 10.28983/asj.y2021i12pp94-99.
12. Башилов, А. М. Видеонаблюдение как эффект присутствия, пристального внимания и постоянного контроля поведения животных / А. М. Башилов, В. Н. Легеза // Техника и оборудование для села. – 2011. – № 12. – С. 24-27.

Поступила 14.03.2025 г.

УДК 631.223.24

В.Н. ТИМОШЕНКО, А.А. МУЗЫКА, А.И. ПОРТНОЙ,
М.В. ТИМОШЕНКО, А.С. КУРАК, С.А. КИРИКОВИЧ, М.П. ПУЧКА,
Н.Н. ШМАТКО, Л.Н. ШЕЙГРАЦОВА

РАЗРАБОТКА ИНТЕГРАЛЬНОГО ПОКАЗАТЕЛЯ ОЦЕНКИ ОБЪЁМНО-ПЛАНИРОВОЧНЫХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ ФЕРМ И КОМПЛЕКСОВ ПО ПРОИЗВОДСТВУ МОЛОКА

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

В настоящее время модернизация существующих и строительство новых ферм и комплексов по производству молока и говядины становится основным направлением интенсификации производства продукции животноводства,

поэтому принятие оптимального решения относительно целесообразности проведения реконструкции или строительства новых животноводческих помещений возможно только на основе детального сравнительного анализа элементов, отражающих экономическую, технологическую и производственную эффективность каждого из объектов аналогичной мощности. В статье представлены результаты исследований, целью которых являлась разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных решений и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока. В ходе работы определены основные подходы в оценке и выборе наиболее эффективного для внедрения в производственный процесс варианта сочетания объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации либо реконструкции ферм и комплексов по производству молока.

Ключевые слова: молочнотоварные фермы, содержание животных, коровы

V.N. TIMOSHENKO, A.A. MUZYKA, A.I. PARTNY,
M.V. TIMOSHENKO, A.S. KURAK, S.A. KIRIKOVICH, M.P. PUCHKA,
N.N. SHMATKO, L.N. SHEIGRATSOVA

DEVELOPMENT OF AN INTEGRAL INDICATOR FOR ASSESSING SPACE-PLANNING AND TECHNOLOGICAL SOLUTIONS FOR MILK PRODUCTION FARMS AND COMPLEXES

*Scientific and Practical Center of the National Academy of Sciences
of Belarus for Animal Breeding, Zhodino, Republic of Belarus*

Nowadays, modernization of existing and construction of new farms and complexes for milk and beef production is becoming the main direction of intensification of livestock production, so making an optimal decision regarding the expediency of reconstruction or construction of new livestock facilities is possible only on the basis of a detailed comparative analysis of elements reflecting the economic, technological and production efficiency of each of the objects of similar capacity. The paper contains the results of research aimed at developing an integral indicator for assessing space-planning and technological solutions in the modernization, reconstruction and new construction of farms and complexes for milk production. In the course of the work, the main approaches to the evaluation and selection of the most effective for implementation in the production process option of the combination of space-planning and technological solutions in the modernization or reconstruction of farms and complexes for milk production are determined.

Keywords: commercial dairy farms, animal housing, cows.

Введение. Максимальная эффективность современных ферм и комплексов по производству молока и говядины достигается за счёт применения на ней современных технологий и систем, а особенностью такой

фермы является тесная взаимосвязь её организационной структуры, технологических и объёмно-планировочных решений с целью обеспечения комфортных условия работы персонала, оборудования и содержания животных.

Предпочитаемая сегодня технология – это круглогодичное содержание коров в помещении беспривязного содержания с организацией выгула непосредственно рядом с коровником на кормо-выгульных площадках с твёрдым покрытием. Для доения используются стационарные установки отечественного и импортного производства. Данная интенсивная технология обеспечивает производство продукции высокого качества с минимально возможными затратами труда, энергии и средств. Достигнутые параметры: затраты труда на 1 ц молока – 1,5-2 чел./час; совокупные энергозатраты – 72,8-87,4 кг усл. топлива; нагрузка на оператора – 200 голов [1].

Технология производства молока и говядины должна обеспечивать выполнение основных задач на ферме: увеличение продуктивности животных, продолжительности хозяйственного использования дойного стада; сокращение сроков откорма крупного рогатого скота; повышение производительности труда, всемерное его облегчение и престижность; снижение себестоимости производимой продукции и высокое её качество; обеспечение экологической безопасности производства. Достигается это за счёт усовершенствования системы содержания и кормления, механизации основных и вспомогательных рабочих процессов, рациональной организации производства и обеспечения комплекса мероприятий по первичной обработке молока [2, 3].

В молочном скотоводстве используется большое разнообразие ферм и комплексов по размерам, применяемым системам и способам содержания животных, и технологиям производства молока. Однако технические и технологические решения на фермах и комплексах нередко не соответствуют биологическими потребностями и возможностями организма животных, что приводит к снижению резистентности, ухудшению состояния здоровья, снижению продуктивности и качества получаемой продукции, перерасходу кормов на её образование [4, 5].

Принципиальным решением проблемы поддержки уровня конкурентоспособности животноводческих предприятий является обновление технологических и планировочных решений и освоение новых технологий. Отдельно взятое предприятие может иметь несколько вариантов технологий и путей производства, отличающихся по стоимости, длительности процесса изготовления. Вопрос выбора наилучшей технологии – вопрос успешного функционирования предприятия.

Логика инновационного развития животноводства базируется на использовании последних достижений науки и техники для создания принципиально новых энергоресурсосберегающих технологий, обеспечивающих возможность производства высококачественной продукции при меньших, по сравнению с традиционными технологиями, затратах.

В настоящее время модернизация существующих и строительство новых ферм и комплексов по производству молока и говядины становится основным направлением интенсификации производства продукции животноводства, повышения производительности труда и экологической безопасности. Эффективность мероприятий, как при модернизации (реконструкции), так и при новом строительстве МТК (МТФ), складывается под влиянием огромного числа как положительных, так и отрицательных факторов, степень влияния которых будет индивидуальна для каждого конкретного варианта сочетаний объёмно-планировочных и технологических решений [6, 7]. Поэтому принятие оптимального решения относительно целесообразности проведения реконструкции (модернизации) либо при новом строительстве ферм и комплексов возможно только на основе детального сравнительного анализа элементов, отражающих экономическую, технологическую и производственную эффективность каждого из объектов (аналогичной мощности), либо через оценку удельных затрат того или иного вида ресурса позволяющего оценить экономическую эффективность отдачи вложенных средств при максимальном учёте соответствия технологическим и производственным параметрам.

Целью наших исследований являлась разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных решений и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока.

Материал и методика исследований. Работа проводилась в сельскохозяйственных организациях Республики Беларусь различных форм собственности путём проведения натурных обследований животноводческих объектов по производству молока с различными объёмно-планировочными и конструктивными технологическими решениями.

В ходе исследований осуществлён сбор эмпирических, производственных и статистических материалов, изучены альбомы проектной документации наиболее распространённых животноводческих объектов. Использовались расчётно-аналитические и эмпирические методы.

Результаты исследований и их обсуждение. На первом этапе проведена разработка группы показателей, позволяющих выразить экономическую значимость элементов объёмно-планировочных и технологических решений ферм и комплексов по производству молока и говядины, для предварительной сравнительной оценки эффективности

инвестиционных вложений.

Анализ особенностей планировки и конструкции ферм позволяет выделить несколько концептуальных решений для животноводческих зданий с беспривязным содержанием коров (для возможности достоверной оценки оценка проведена по МТФ примерно одинаковой мощности и размерам):

- каркас металлоконструкция, кровля металлоконструкция, размер здания – 78,0×33,0, площадь здания – 2574 м²;

- каркас металлоконструкция, кровля шифер, размер здания – 78,0×33,0, площадь здания – 2574 м²;

- каркас железобетонная рама, кровля шифер, размер здания – 78,0×28,7, площадь здания – 2239 м²;

- каркас железобетонные стойки, кровля шифер, размер здания – 78,0×31,5, площадь здания – 2457 м².

При оценке объёмно-планировочных решений учитывали возможность создания комфортных условий для животных, потребляемые ресурсы для обеспечения технологического процесса и стоимость строительства (таблица 1).

Таблица 1 – Сравнительная стоимость строительства коровников на 308 голов в зависимости от видов конструктивных элементов зданий (в базовых ценах 2020 года)

Наименование показателей	Каркас			
	металло- конструк- ции	металло- конструк- ции	железобе- тонная рама	железобе- тонные стойки
	Кровля			
	металлокон- струкции	шифер	шифер	шифер
	Размер здания, м			
	78,0×33,0	78,0×33,0	78,0×28,7	78,0×31,5
1	2	3	4	5
Площадь всего зда- ния, м ²	2574	2574	2239	2457
Удельная площадь на 1 голову, м ²	8,35	8,35	7,26	7,98
Объем всего зда- ния, м ³	18399	18399	9839	14503
Удельный объем на 1 голову, м ³	59,74	59,74	31,94	47,09
Стоимость строи- тельно-монтажных работ, тыс. руб.	924,2	764,4	617,1	641,1

1	2	3	4	5
Стоимость 1 м ² , руб.	359	297	276	261
Стоимость 1 м ³ , руб.	50,2	41,5	62,7	44,2
Стоимость 1 скотоместа, тыс. руб.	3,001	2,482	2,001	2,081
Приоритет зданий по стоимости	4	3	1	2

Как показывают данные таблицы, в большинстве сопоставляемых коровников достигается рекомендуемая нормами проектирования плотность размещения животных (8 м² на корову) и приемлемое соотношение мест для отдыха и кормления. Однако в зданиях рамной конструкции как общая, так и удельная, рассчитанная на 1 голову площадь не соответствует оптимальным параметрам. Различие между крайними анализируемыми вариантами составляет 27 %.

Поскольку габариты коровников, особенно ширина зданий, расположение стоек каркаса и угол наклона кровли в большей степени формируют степень концентрации животных и уровень обеспечения нормативного воздухообмена, нами проведён сравнительный анализ по удельным показателям стоимости строительства коровников (1 м³, 1 м²) одинаковой вместимости и аналогичных по технологическому оснащению, но с различными вариантами сочетаний конструктивных элементов. Так, самая бюджетная стоимость одного м³ здания была получена при использовании в строительстве объемно-планировочного решения, выполненного из металлоконструкций и кровлей шифером, что примерно на 34% ниже, по сравнению с вариантом возведения здания МТК с каркасом из железобетонных стоек и аналогичной крыши.

Отношение стоимости 1 м² к 1 м³ при строительстве коровников одинаковой вместимости колебалась в пределах от 4,3 до 5,9 раза для каркасов из железобетонных конструкций до 7,1 раза для конструктивных элементов, выполненных из металлоконструкций.

Детальное рассмотрение составляющих энергоёмкости и энергосодержания при производстве молока позволило объективно сравнить различные варианты сочетаний наиболее распространённых вариантов объемно-планировочных и технологических решений при производстве молока в Республике Беларусь. Анализ данных показал, что самый низкий уровень удельной энергоёмкости производства молока был получен при сочетании группового беспривязно-боксового способа содержания животных основного молочного стада с объёмно-планировочным решением, выполненным из металлоконструкций, что примерно на 7-11 % ниже, по сравнению с вариантом сочетания беспривязно-боксового способа содержания животных в зданиях МТФ (К), выполненных из

железобетонных конструкций.

Самое высокое энергосодержание валового продукта при производстве молока (основной, дополнительной и побочной продукции) было получено при сочетании группового беспривязно-боксового способа содержания животных основного молочного стада с объёмно-планировочным решением выполненным из железобетонного каркаса с трёхслойным утеплением, что в среднем на 6 % превышает данный критерий для других рассмотренных вариантов сочетания объёмно-планировочных и технологических решений.

Итоговым критерием оценки экономической эффективности процесса производства молока, отражающим отношение полезного энергосодержания конечного продукта к затратам совокупной энергии является коэффициент биоэнергетической эффективности.

Наилучшие показатели по данному критерию с биоэнергетической точки зрения (единица затраченной совокупной энергии обеспечивает наибольший выход энергии в продукции) получены при варианте сочетания технологии беспривязно-боксового способа содержания животных в каркасном здании коровника, выполненном из металлоконструкций (то есть на единицу затраченной совокупной энергии был обеспечен наибольший выход энергии в продукции) и составили 58,59 %, что на 3,3-8,2 п. п. выше, чем у анализируемых в ходе исследований сочетаний объёмно-планировочных и технологических решений.

Технологическая эффективность наиболее полно проявляется при объединении в единый производственный процесс биотехнические методы стимулирования развития функциональных возможностей и повышения адаптивных способностей животных с зоотехническими приемами, обеспечивающими комфортные условия и сохранения стереотипа содержания в течение всего технологического цикла, что позволяет исключить необоснованные потери продуктивности и способствует более полному проявлению генетического потенциала.

Интегральный критерий (показатель) технологической эффективности объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока и говядины определяется как оптимальное (лучшее из всех возможных) сочетание комплекса факторов, рекомендуемое к применению для обеспечения необходимого уровня интенсивности производства продукции в зависимости от конкретных условий хозяйствования.

Единичные и групповые критерии оценки производственной эффективности в разрезе конструктивных элементов и степени их соответствия поточности и интенсификации процесса производства молока и говядины представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Единичные и групповые критерии оценки технологической эффективности объёмно-планировочных и технологических решений для ферм и комплексов по производству молока

(Групповой) – оценка объёмно-планировочного решения	
<i>материал каркаса (ограждающей конструкции, перекрытий фундамента)</i> <i>(единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	продолжительные сроки возведения, более теплопроводимый материал
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	продолжительные сроки возведения, возможность выполнения перекрытий из металла или дерева
3 металлоконструкции	сжатые сроки возведения, экономия 20 % средств на устройстве фундаментов, несущие и ограждающие конструкции специально разработаны для применения в условиях воздействия агрессивной среды, менее теплопроводимый материал, возможность производства монтаж даже в зимнее время
<i>габариты (пропорции) объёмно-планировочного решения (единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	полурамные железобетонные конструкции с пролетом 21 м устанавливаются с шагом 6 м (узкогабаритное помещение) не обеспечивают оптимальный уровень соотношение внутреннего объёма здания с площадью зон отдыха, навозных и кормовых проходов
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	с применением стоечно-балочных конструкций позволяет увеличить ширину зданий до 34-36 метров, что позволяет обеспечить оптимальное соотношение внутреннего объёма здания с площадью зон отдыха, навозных и кормовых проходов (широкогабаритное помещение)
3 металлоконструкции	сборные железобетонные конструкции с шириной здания до 35 м (широкогабаритное помещение)
<i>уклон кровли (единичный)</i>	
1 полурамные железобетонные конструкции	угол наклона кровли менее 24 градусов (более высокая вероятность появления тумана в зимнее время, а также риск получения животными теплового удара летом)
2 полурамные железобетонные конструкции стоечно-балочный	применение стоечно-балочных конструкций позволяет увеличить угол наклона кровли до 24 градусов (минимизировать явления, характерные для зданий полурамных железобетонных конструкций: повышенная влажность, тепловой стресс)
3 металлоконструкции	формирование оптимального воздухообмена за счет высоты боковой стенки, высоты в коньке от 9 до 11 м, повышение уклона кровли до 30 градусов

<i>количество рядов в коровнике (единичный)</i>	
1 – 4-рядный	кормовой фронт близок к оптимальному (соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1:1...1,1); предпочтительнее в более теплом климате
2 – 6-рядный	оборудование 6-рядного коровника (кормовое ограждение, удаление навоза, шторы, вентиляционные коньки) на 1 голову обходятся на 35 % дешевле в сравнении с 4-рядным; недостаточный кормовой стол (соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1,4:1)
3 – 8-рядный	соотношение мест в корпусе к местам на кормовом столе 1:1; вследствие компактности застройки уменьшаются длины навозных каналов, площадь застройки, площадь благоустройства
(Групповой) – оценка зданий по комфортности <i>(приоритет по микроклимату и этиологическим реакциям коров)</i>	
<i>температурно-влажностный режим в различных объёмно-планировочных решениях (единичный)</i>	
1 металлоконструкции	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются более комфортными условиями жизнеобеспечения по сравнению с рассмотренными объёмно-планировочными решениями
2 полурамные железобетонные конструкции с трехслойным утеплением «сэндвич-панелями»	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются менее комфортными условиями жизнеобеспечения по сравнению с металлоконструкциями, но более комфортными по отношению к железобетонным конструкциям
3 железобетонные конструкции	Нижние, средние и верхние критические показатели микроклимата (температура воздуха, °С; относительная влажность воздуха, %; скорость движения воздуха, м/с) являются наименее комфортными условиями жизнеобеспечения, по сравнению с металлоконструкциями и полурамными железобетонными конструкциями, с трёхслойным утеплением «сэндвич-панелями»

<i>этологические реакции коров в различных объёмно-планировочных решениях</i>	
1 металлоконструкции	Наиболее комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций
2 полурамные железобетонные конструкции с трехслойным утеплением «сэндвич-панелями»	Комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций
3 железобетонные конструкции	Наименее комфортный для животных суточный ритм, выраженный в %, относительно основных актов поведения коров как приём корма, стояния, бодрствования и лежания в суточной этограмме, характерен для зданий из металлоконструкций

Формирование групп показателей производилось на основе соблюдения ряда принципов: совместимости единичных факторов технологии, их технологической рациональности и ресурсосбережения при одновременном соответствии зоотехническим и другим нормативным требованиям.

Заключение. Таким образом, совершенствование существующего молочнотоварного производства с переходом на новый уровень рентабельности невозможен без комплексной оценки объёмно-планировочных и технологических решений при модернизации, реконструкции и новом строительстве ферм и комплексов по производству молока определяющих формирование оптимальной биотехнологической системы «человек-машина-животное-среда» еще на этапе проектирования.

Разработанный интегральный показатель оценки как объёмно-планировочных решений, так и планируемого технологического процесса производства молока позволяет рассматривать животноводческий объект как единую систему согласованных производственных процессов и операций, реализация которых направлена на получение прибыльной, конкурентоспособной продукции.

Системный анализ технологических и объёмно-планировочных решений при производстве молока позволяет сформулировать основные принципы для разработки критериев их оценки. К ним можно отнести следующие: принцип совместимости объектов технологии; принцип технологической рациональности; принцип ресурсосбережения.

Литература

1. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочнотоварных фермах / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов [и др.] ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 138 с. – ISBN 978-985-6895-23-7.
2. Второй, В. Ф. Экономико-математическое моделирование адаптивных технологий производства говядины / В. Ф. Второй, В. В. Андреева // Технологии и технические средства механизированного производства продукции растениеводства и животноводства. – 2002. – № 73. – С. 188-197.
3. Мишуров, Н. П. Биоэнергетическая оценка и основные направления снижения энергоёмкости производства молока / Н. П. Мишуров ; М-во сельского хоз-ва Российской Федерации, ФГНУ «Росинформагротех». – Москва, 2010. – 151 с. – ISBN 978-5-7367-0810-9.
4. Организационно-технологические требования при производстве молока на молочных комплексах промышленного типа : республиканский регламент / И. В. Брыло, А. Н. Коршун, Ю. А. Пивоварчик [и др.] ; Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. – Минск : Белорусское сельское хозяйство, 2014. – 108 с.
5. Опыт технологической модернизации молочно-товарных комплексов в ООО племзавод «Родина» Ярославской области / В. В. Танифа, В. Л. Лукичев, Е. Л. Ревякин, Н. В. Лапин ; ФГБНУ «Росинформагротех». – Москва, 2014. – 48 с. – ISBN 978-5-7367-1065-2.
6. Технологические рекомендации по организации производства молока на новых и реконструируемых молочнотоварных фермах / Н. А. Попков В. Н. Тимошенко, А. Ф. Трофимов [и др.] ; рец.: Н. А. Яцко, Н. С. Яковчик ; Нац. акад. наук Беларуси, Науч.-практический центр Нац. акад. наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. - 138 с. – ISBN 978-985-6895-23-7.
7. Попков, Н. А. Промышленная технология производства молока / Н. А. Попков, В. Н. Тимошенко, А. А. Музыка ; Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству. – Жодино, 2018. – 229 с. – ISBN 978-985-6895-24-4.

Поступила 26.03.2025 г.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕХНОЛОГИЯ КОРМОВ И КОРМЛЕНИЯ, ПРОДУКТИВНОСТЬ	
Кот А.Н., Радчиков В.Ф., Салаев Б.К., Натыров А.К., Убушиева А.В., Убушиева В.С., Бесараб Г.В., Серяков И.С., Райхман А.Я., Петров В.И. Влияние разных форм хрома на процессы пищеварения и продуктивность молодняка крупного рогатого скота	3
Крыцына А.В., Карпеня М.М., Карпеня С.Л., Соболева Ю.Г. Спермопродукция и концентрация аминокислот в сперме быков-производителей при использовании в рационе продукта пептидно-аминокислотного хелатированного «ПАД-3»	12
Курепин А.А. Использование азота и рубцовое пищеварение пер- вотёлочек в зависимости от содержания структурных углеводов в рационе	21
Курепин А.А. Расщепляемость нейтрально-детергентной клет- чатки в зависимости от ее количественного содержания в сенажах	29
Курепин А.А., Шуголева А.П., Ходарёнок Е.П., Вансович А.С., Шибко Д.В. Эффективность скармливания силоса из сорго сахар- ного в составе рациона лактирующих коров	38
Маркевич А.В., Карпеня М.М. Качество молозива и молочная продуктивность коров при включении в состав рациона в тран- зитный период концентрата кормового энергетического «Энерго- пак»	45
Москаленко Т.И., Истранин Ю.В., Истранина Ж.А. Эффектив- ность использования премикса «ЛактЭКО» сухостой» в кормле- нии коров	53
Натынчик Т.М. Повышение эффективности использования кор- мов при скармливании молодняку крупного рогатого скота «за- щищённого» протеина	63
Пастухова М.А., Зайцева З.А., Михальчук С.Н. Содержание кис- лотно-детергентной клетчатки в травяных консервированных кормах с учётом баланса структурных углеводов	71
Радчиков В.Ф., Кот А.Н., Цай В.П., Серяков И.С., Измайлович И.Б., Садовиков А.Н., Марусич А.Г., Петров В.И., Ламнёв П.В. Эф- фективность использования в кормлении молодняка крупного ро- гатого скота разных форм кобальта	81
Радчикова Г.Н., Цай В.П., Богданович И.В., Салаев Б.К., Натыров А.К., Убушаев Б.С., Мороз Н.Н., Убушиева А.В., Убушиева В.С., Шарейко Н.А., Ганущенко О.Ф. Обмен веществ и продуктивность молодняка крупного рогатого скота при скармливании гороха	90

Сапсалёва Т.Л., Пилюк Н.В., Джумкова М.В., Голуб И.А., Маслинская М.Е., Сложенкина М.И., Мосолова Н.И., Чекрышева В.В., Святогорова А.Е., Букас В.В., Синцера А.М. Эффективность использования корма при включении в рацион молодняка крупного рогатого скота жмыха из семян льна-долгунца	98
Саханчук А.И., Каллаур М.Г., Кот Е.Г., Невар А.А. Нормы кормления красного белорусского скота в периоды сухостоя и раздоя по макроэлементам	107
Саханчук А.И., Каллаур М.Г., Кот Е.Г., Невар А.А. Оптимизация норм кормления красного белорусского скота в макроэлементах	116
Саханчук А.И., Кот Е.Г., Каллаур М.Г., Буракевич Т.А., Ламнев П.В. Влияния системы кормления на зоотехнические показатели и рубцовое пищеварение	124
Царенок А.А., Макаровец И.В. Влияние минерального состава и уровня содержания витамина D в рационе на переход ^{90}Sr в молоко	136
ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА, ЗООГИГИЕНА, СОДЕРЖАНИЕ	
Музыка А.А., Барановский М.В., Пучка М.П., Шматко Н.Н., Кирикович С.А., Шейграцова Л.Н., Тимошенко М.В., Кажeko О.А. Влияние уровня шумового воздействия при выполнении основных технологических процессов на молочно-товарных комплексах различного типа	147
Петрушко Е.В. Сезонная динамика концентрации лактоферрина в молоке трансгенных	155
Рудаковская И.Н., Ходосовский Д.Н., Безмен В.А., Петрушко А.С., Хоченков А.А., Соляник А.Н. Оптимизация водопотребления в секции опоросов	161
Соляник А.Н., Ходосовский Д.Н., Хоченков А.А., Петрушко А.С., Рудаковская И.И., Безмен В.А. Анализ уровня комфортности среды обитания свиней в условиях промышленного комплекса	169
Тимошенко В.Н., Музыка А.А., Портной А.И., Тимошенко М.В., Курак А.С., Кирикович С.А., Пучка М.П., Шматко Н.Н., Шейграцова Л.Н. Разработка интегрального показателя оценки объёмно-планировочных и технологических решений ферм и комплексов по производству молока	180

Научное издание

ЗООТЕХНИЧЕСКАЯ НАУКА БЕЛАРУСИ

Сборник научных трудов

Том 60

Часть 2

Ответственный за выпуск, ведущий редактор М.В. Джумкова
Переводчик А.В. Власик

Подписано в печать 31.06.2025 г. Формат 60×84 1/16. Бумага офсетная.
Гарнитура Таймс. Усл.-печ. л. 11,22. Уч.-изд. л. 11,09
Тираж 100 экз. Заказ №

Издатель – Республиканское унитарное предприятие
«Научно-практический центр Национальной академии наук
Беларуси по животноводству».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/409 от 14 августа 2014 г.
222160, Минская обл., г. Жодино, ул. Фрунзе, 11.

Республиканское унитарное предприятие
«Информационно-вычислительный центр Министерства финансов
Республики Беларусь».

Свидетельство о государственной регистрации издателя,
изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 2/41 от 29 января 2014 г.
220004, г. Минск, ул. Кальварийская, 17

