

**КОРМА, КОРМОПРОИЗВОДСТВО, КОРМОВЫЕ ДОБАВКИ /
FODDERS, FODDER PRODUCTION, FODDER ADDITIVES**

Научная статья / *Original article*

УДК 636.2.084

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-18-46-56

**БАЛАНСИРОВАНИЕ РАЦИОНОВ
МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА ПО ПРОТЕИНУ
ЗА СЧЁТ НЕБЕЛКОВЫХ АЗОТИСТЫХ ВЕЩЕСТВ**

***BALANCING THE DIETS OF YOUNG CATTLE BY PROTEIN
DUE TO NON-PROTEIN NITROGENOUS SUBSTANCES***

Василий Ф. Радчиков, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
Дмитрий М. Богданович, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
Геннадий В. Бесараб, научный сотрудник

Vasiliy F. Radchikov, doctor of agricultural sciences, professor
Dmitriy M. Bogdanovich, candidate of agricultural sciences, assistant professor
Gennadiy V. Besarab, postgraduate

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

*Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus
on Animal Husbandry, Zhodino, Republic of Belarus*

Контактное лицо: Радчиков Василий Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий лабораторией кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11;
e-mail: labkrs@mail.ru; тел.: +375 (1775) 6-67-92.

Формат цитирования: Радчиков В.Ф., Богданович Д.М., Бесараб Г.В. Балансирование рационов молодняка крупного рогатого скота по протеину за счёт небелковых азотистых веществ // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 46-56. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-46-56>.

Principal Contact: Vasiliy F. Radchikov, Dr Agricultural Sci., Professor, Head of the Laboratory for Livestock Feeding and Nutrition Physiology, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus;
e-mail: labkrs@mail.ru; tel.: +375 (1775) 6-67-92.

How to cite this article: Radchikov V.F., Bogdanovich D.M., Besarab G.V. Balancing the diets of young cattle by protein due to non-protein nitrogenous substances. *Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):46-56. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-46-56>.

Резюме

Цель. Исследование влияния включения в рацион бычков азотистых веществ небелковой природы на расщепление протеина в рубце и переваримость питательных веществ рационов.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт и сопровождающие его исследования проводились с применением как современных, так и общепринятых зоотехнических, биохимических методов, а также математического анализа. Обработка цифровых данных осу-

ществлялась с использованием метода вариационной статистики, программного пакета Microsoft Excel, с учетом критерия достоверности разности по Стьюденту.

Результаты. В результате изучения эффективности использования в кормлении молодняка крупного рогатого скота карбамидного концентрата в количестве 10, 15, 20 и 25% в составе комбикорма показано, что степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%. Как показали результаты опыта, в рубце животных опытных групп отмечен сдвиг рН в нейтральную сторону на 4,1-7,8%, причём при включении в рацион 25 и 30% изучаемого корма разница оказалась достоверной. Установлено также увеличение количества белкового азота и инфузорий в рубце молодняка, потреблявшего 10, 20 и 25% карбамидного концентрата в составе комбикорма. В рубцовой жидкости бычков, потреблявших комбикорма с включением карбамидного концентрата, расщепляемость протеина оказалась выше в сравнении с животными контрольной группы, потреблявших комбикорм без карбамидного концентрата. Переваримость питательных веществ в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в состав комбикорма увеличилась на 1,08-11,22 процентных пункта.

Заключение. Степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%.

Переваримость сухого вещества в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм увеличилась на 2,89 и 1,71 п.п., жира – на 11,22 и 2,28, протеина – на 10,0 и 8,23, органического вещества – на 2,14 и 0,81, БЭВ – на 4,81 и 1,08 п.п. по отношению к контролю. Она также оказалась выше, чем в группах с 25 и 30% вводом карбамидного концентрата в комбикорма.

Ключевые слова: бычки, кормление, карбамидный концентрат, рубцовое пищеварение, переваримость

Abstract

Aim. *The study of the effect of the inclusion of non-protein nitrogenous substances in the diet of young bulls on the breakdown of protein in the rumen and the digestibility of nutrients in diets.*

Materials and Methods. *In the course of the study, zootechnical, biochemical and mathematical methods of analysis were used. The obtained digital material was processed by the method of variation statistics, taking into account the Student's t-test, using the Microsoft Excel software package.*

Results. *As a result of studying the effectiveness of using of carbamide concentrate in the amount of 10, 15, 20 and 25% as part of compound feed in the feeding of young cattle, it was found that the degree of cleavage of feed protein with the addition of carbamide concentrate in the amount of 10-30% of the feed weight was 56-63% after 4 hours of incubation, 70-75% after 6 hours and 79-84% after 24 hours. As the results of the experiment showed, in the rumen of the animals of the experimental groups, a pH shift to the neutral side by 4.1-7.8% was noted, and when 25 and 30% of the studied feed were included in the diet, the difference turned out to be significant. There was also an increase in the amount of protein nitrogen and infusoria in the rumen of young animals that consumed 10, 20 and 25% of urea concentrate as part of compound feed. In the cicatricial fluid of bulls consuming compound feed with the inclusion of urea concentrate, the protein cleavage was higher than in the control group animals consuming compound feed without urea concentrate. The digestibility of nutrients in groups of animals with 10 and 20% introduction of carbamide concentrate into the compound feed increased by 1.08-11.22 percentage points.*

Conclusion. *The degree of cleavage of the feed protein with the addition of carbamide concentrate in an amount of 10-30% of the feed weight was 56-63% after 4 hours of incubation, 70-75% after 6 hours and 79-84% after 24 hours. The digestibility of dry matter in groups of animals with 10 and 20% introduction of urea concentrate into compound feed increased by 2.89 and 1.71 pp., fat – by 11.22 and 2.28, protein – by 10.0 and 8.23, organic matter – by 2.14 and 0.81, Nitrogen-free extractive fraction – by 4.81 and 1.08 pp., in relation to control. It also turned out to be higher than in the groups with 25 and 30% introduction of urea concentrate into feed.*

Keywords: *young bulls, feeding, compound feed, feed, carbamide concentrate, rumen digestion, digestibility*

Введение. Курс на увеличение продуктивности сельскохозяйственных животных сопровождается значительным возрастанием требований к качеству кормов и их способности удовлетворять потребности животных в питательных веществах. Объем получаемой продукции и ее качественные характеристики находятся в прямой взаимосвязи с уровнем кормления [1-3].

Анализ современных и многоплановых научных исследований, направленных на увеличение производства и рациональное использование белка, дают возможность конкретизировать и обосновать ряд основных направлений, позволяющих наиболее эффективно осуществить решение проблемы кормового протеина, к числу которых можно отнести и широкое использование небелковых азотистых веществ в кормлении жвачных животных [4-11].

Исходя из этого, одной из главных задач в рамках разработки мероприятий, направленных на повышение эффективности использования корма и продуктивности животного, является определение условий, способствующих интенсивному синтезу микробного белка в рубце за счет простых азотистых соединений, а также снижению распада высококачественных белков корма и увеличению поступления их в кишечник.

Использование в рационе животных некачественного белка приводит к избыточному образованию в рубце аммиака. Данный побочный продукт не участвует в синтезе микробного белка и выводится с мочой, что сопровождается дополнительными затратами энергии. Тогда как оптимальный уровень потребления белка позволяет полностью обеспечить растущий организм животного белком и является залогом будущего здоровья и потенциала продуктивности, а также барьером для развития патологий рубца [12-15].

Целью данной научно-исследовательской работы явилось исследование влияния включения в рацион бычков азотистых веществ небелковой природы на расщепление протеина в рубце и переваримость питательных веществ рационов.

Материалы и методы. Научно-хозяйственный опыт проведен в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» и на базе ГП «ЖодиноАгроПлемЭлита» Минской области (Республика Беларусь).

В опыте участвовал молодняк крупного рогатого черно-пестрой породы в возрасте 6 месяцев. Животные были распределены на пять групп методам пар-аналогов, при формировании опытных групп учитывались порода, происхождение, пол, живая масса. Каждая группа состояла из 10 голов. Продолжительность опыта составила 90 дней (таблица 1).

Разница между животными экспериментальных групп в кормлении состояла в том, что в отличие от молодняка крупного рогатого скота контрольной группы в состав комбикорма животных опытных групп включали 10, 20, 25 и 30% карбамидного концентрата.

Зоотехнические исследования при проведении научно-хозяйственного опыта предполагали изучение таких показателей, как: химический состав кормов, поедаемость кормов, переваримость и использование питательных веществ рационов.

Расщепляемость кормов в рубце определяли по ГОСТ 28075-89. Кормление животных проводилось по экспериментальным группам.

Таблица 1. Схема исследований

Table 1. Research scheme

Группа в опыте <i>Group in experience</i>	Количество бычков в группе <i>Number of young bulls in the group</i>	Срок эксперимента, дней <i>Experiment period, days</i>	Особенности кормления <i>Features of feeding</i>
I (контрольная) <i>I (control)</i>	10	90	Основной рацион (ОР): сенаж, силос, комбикорм КР-3 <i>The main ration (MD): haylage, silage, compound feed KR-3</i>
II (опытная) <i>II (experimental)</i>	10	90	ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (10%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (10%)</i>
III (опытная) <i>III (experimental)</i>	10	90	ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (20%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (20%)</i>
IV (опытная) <i>IV (experimental)</i>	10	90	ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (25%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (25%)</i>
V (опытная) <i>V (experimental)</i>	10	90	ОР+ комбикорм с включением карбамидного концентрата (30%) <i>MD + compound feed with the inclusion of carbamide concentrate (30%)</i>

Обработка всех полученных цифровых данных осуществлялась с использованием метода вариационной статистики, программного пакета Microsoft Excel, с учетом критерия достоверности разности по Стьюденту.

Результаты и обсуждение. Результаты проведенных исследований показали, что по среднесуточному потреблению и структуре рационов значительных различий между животными контрольной и опытных групп не установлено. Общий уровень кормления бычков соответствовал их потребности в питательных веществах. Смесь концентрированных кормов с карбамидом поедалась животными без остатков.

Как показали результаты опыта, в рубце животных опытных групп отмечен сдвиг рН в нейтральную сторону на 4,1-7,8%, причём при включении в рацион 25 и 30% изучаемого корма разница оказалась достоверной. Установлено также увеличение количества белкового азота и инфузорий в рубце молодняка, потреблявшего 10, 20 и 25% карбамидного концентрата в составе комбикорма (таблица 2).

В рубцовой жидкости бычков, потреблявших комбикорма с включением карбамидного концентрата, уровень расщепляемости протеина оказался в сравнении с животными контрольной группы, потреблявших комбикорм без карбамидного концентрата (рисунок 1).

Включение в комбикорм бычков синтетического азотистого вещества небелковой природы в виде карбамидного концентрата в количестве 30% от массы комбикорма сопровождалось усилением микробиологических и ферментативных процессов, что способствовало увеличению расщепляемости протеина комбикорма, которое составило через 24 часа 84%.

Таблица 2. Состав содержимого рубца

Table 2. The composition of the contents of the rumen

Показатель <i>Indicator</i>	Группа в опыте <i>Group in experience</i>				
	I	II	III	IV	V
	Комбикорм контрольный (без карбамидного концентрата) <i>Compound feed control (without urea concentrate)</i>	Комбикорм+ карбамидный концентрат (10%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (10%)</i>	Комбикорм + карбамидный концентрат (20%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (20%)</i>	Комбикорм + карбамидный концентрат (25%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (25%)</i>	Комбикорм+ карбамидный концентрат (30%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (30%)</i>
pH	6,17±0,02	6,45±0,170	6,47±0,120	6,42±0,03**	6,65±0,07**
%	100,00	104,54	104,9	104,1	107,8
Белковый азот, мг/100 мл <i>Protein nitrogen, mg / 100 ml</i>	95,4±2	112,2±3,5*	108±0,6**	110,4±0,5**	82,4±2,3*
%	100,00	117,61	113,21	115,72	86,37
ЛЖК, ммоль/100 мл <i>LFA, mmol / 100 ml</i>	7,1±0,51	7,63±0,20	7,23±0,09	7,33±0,27	6,43±0,29
%	100,00	107,46	101,8	103,2	90,6
Инфузории, тыс./мл <i>Infusoria, thousand / ml</i>	436,3±5	468,3±5,5*	451,7±60	456,7±6,90	415±11,10
%	100,00	107,33	103,53	104,68	95,12

Примечание: здесь и далее * – P≥0,95; ** – P≥0,99; *** – P≥0,999.

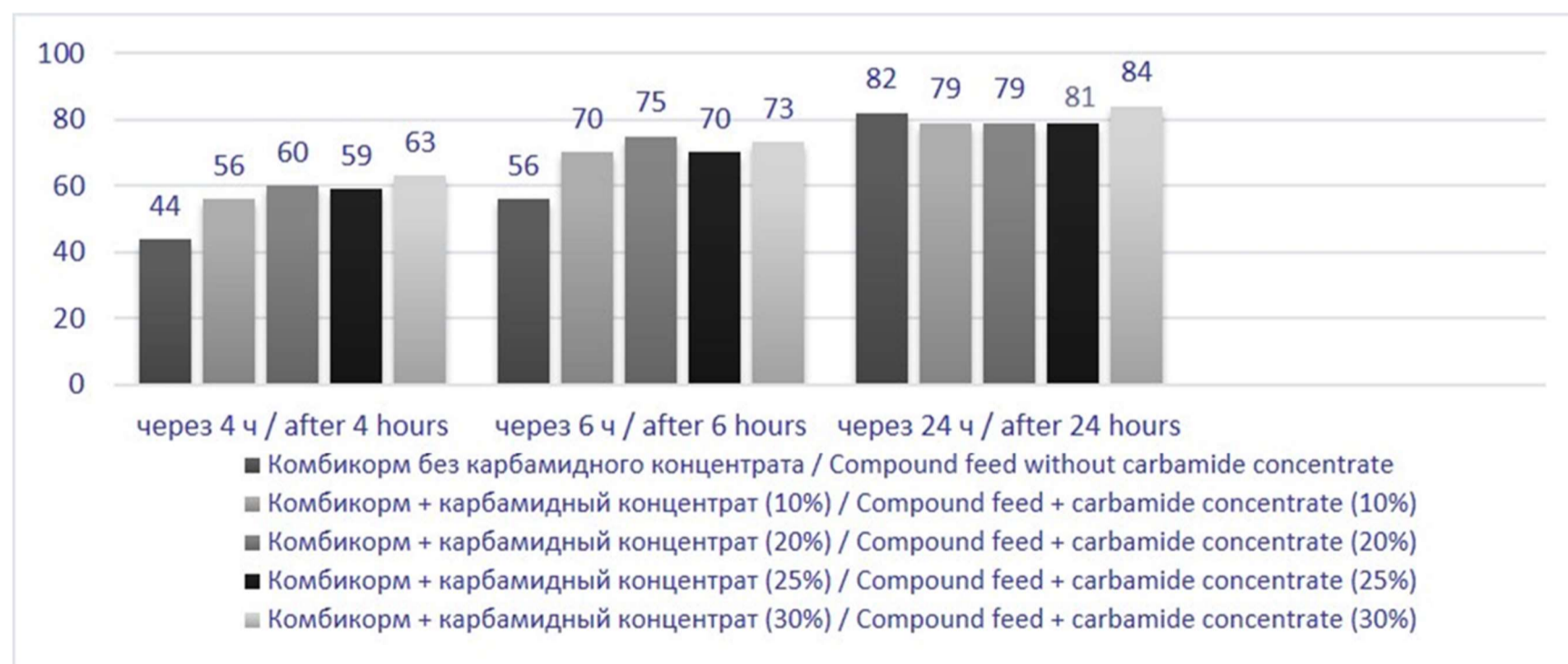


Рисунок 1. Расщепляемость протеина комбикорма с включением карбамидного концентрата
Figure 1. Cleavability of compound feed protein with inclusion of carbamide concentrate

Несмотря на сходство рационов по содержанию питательных веществ, использование азотистого вещества небелковой природы в разных количествах влияло практически на переваримость всех изучаемых показателей (таблица 3).

Таблица 3. Переваримость питательных веществ рациона

Table 3. Digestibility of nutrients in the diet

Показатель <i>Indicator</i>	Группа в опыте <i>Group in experience</i>				
	I	II	III	IV	V
	Комбикорм контрольный (без карбамидного концентрата) <i>Compound feed control (without urea concentrate)</i>	Комбикорм+ карбамидный концентрат (10%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (10%)</i>	Комбикорм + карбамидный концентрат (20%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (20%)</i>	Комбикорм + карбамидный концентрат (25%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (25%)</i>	Комбикорм+ карбамидный концентрат (30%) <i>Compound feed + carbamide concentrate (30%)</i>
Сухое вещество, г <i>Dry matter, g</i>	65,3±0,03	68,19±1,050	67,01±0,58*	67,52±0,5*	65,8±0,430
Органическое вещество, г <i>Organic matter, g</i>	68,4±0,03	70,54±0,26**	69,26±0,41	69,32±0,37	67,59±0,27*
Жир, г <i>Fat, g</i>	34,8±0,1	46,02±1,35**	37,08±1,35	39,46±0,43	38,7±0,52**
Протеин, г <i>Protein, g</i>	51,87±0,52	61,87±0,09	60,1±0,06	60,99±2,04*	53,21±0,01
Клетчатка, г <i>Fiber, g</i>	70,12±0,66	68,3±0,40	70,72±0,02	70,68±0,39	69,81±0,14
БЭВ, г <i>Nitrogen-free extractive fraction, g</i>	68,9±0,08	73,71±0,14	71,6±0,65*	71,69±0,16	68,98±10

Лучшая переваримость питательных веществ рациона наблюдалась в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм.

Так, переваримость сухого вещества повысилась на 0,5-2,89 п.п., жира – на 3,9-11,22, протеина – на 1,34-10,0 органического вещества – на 2,14, БЭВ – на 4,81 п.п. по сравнению с контрольной, IV и V группами с вводом 25 и 30% карбамидного концентрата.

Заключение. Степень расщепления протеина комбикорма с добавлением карбамидного концентрата в количестве 10-30% от массы комбикорма составила через 4 часа инкубации 56-63%, через 6 часов – 70-75 и через 24 часа – 79-84%.

Переваримость сухого вещества в группах животных с 10- и 20%-ным вводом карбамидного концентрата в комбикорм увеличилась на 2,89 и 1,71 п.п., жира – на 11,22 и 2,28, протеина – на 10,0 и 8,23, органического вещества – на 2,14 и 0,81, БЭВ – на 4,81 и 1,08 п.п. по отношению к контролю. Она также оказалась выше, чем в группах с 25 и 30% вводом карбамидного концентрата в комбикорма.

Список источников

1. Сапсалёва Т.Л., Богданович И.В., Шевцов А.Н., Медведева Д.В., Мосолова Н.И., Серяков И.С., Райхман А.Я., Голубицкий В.А. Возможность использования рапсового жмыха в кормлении телят первой фазы выращивания // Сборник материалов Между-

- народной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1468-1473.
2. Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Шевцов А.Н., Шинкарёва С.Л., Медведева Д.В., Долженкова Е.А., Лёвкин Е.А., Мосолов А.А. Влияние скармливания с рапсом и люпином на использование корма и продуктивность ремонтных тёлочек // Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1463-1468.
 3. Лемешевский В.О., Курепин А.А., Натынчик Т.М. Биохимические критерии рубцового пищеварения крупного рогатого скота под влиянием качества кормового белка // Материалы конференции, посвященной 120-летию М.Ф. Томмэ «Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов», Дубровицы, 14-16 июня 2016. Дубровицы, 2016. С. 346-351.
 4. Лемешевский В.О., Натынчик Т.М., Курепин А.А., Тыновец С.В., Денькин А.И. Активность процессов пищеварения в рубце у бычков при различном качестве белка // Вестник Полесского государственного университета. Серия природоведческих наук. 2016. № 1. С. 28-33.
 5. Антонович А.М., Долженкова Е.А. Гранулированный высокобелковый корм в составе комбикорма КР-3 для молодняка крупного рогатого скота // Ученые записки учреждения образования «Витебская ордена «Знак почёта» государственная академия ветеринарной медицины». 2019. Т. 55, № 3. С. 108-112.
 6. Цай В.П., Радчикова Г.Н., Богданович И.В., Приловская Е.И., Мосолов А.А., Медведева Д.В., Карабанова В.Н., Букас В.В. Новые БВМД в рационах молодняка крупного рогатого скота // Сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса». Прикаспийский аграрный федеральный научный центр Российской академии наук. Солёное Займище, 2021. С. 1540-1545.
 7. Кот А.Н., Мосолова Н.И., Бесараб Г.В., Антонович А.М., Долженкова Е.А., Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Жалнеровская А.В., Астренков А.В., Приловская Е.И. Показатели рубцового пищеварения у молодняка крупного рогатого скота в возрасте 6-9 месяцев от скармливания экструдированных высокобелковых концентрированных кормов // Зоотехническая наука Беларуси. 2020. Т. 55, ч. 2. С. 3-13.
 8. Долженкова Е.А., Яцко Н.А. Рубцовое пищеварение, обмен веществ, конверсия корма при скармливании бычкам кормовой добавки Криптолайф-С // Зоотехническая наука Беларуси. 2016. Т. 51, ч. 1. С. 274-286.
 9. Разумовский Н., Ганущенко О., Букас В. Использовать корма эффективно // Белорусское сельское хозяйство. 2016. № 1. С. 32-34.
 10. Liu Y., Zhang J., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W., Chen L., Zhang Y., Pei C., Zhang S. Effects of folic acid and cobalt sulphate supplementation on growth performance, nutrient diges-

- tion, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves // *British Journal of Nutrition*. 2022. Vol. 127, iss. 9. P. 1313-1319. <https://doi.org/10.1017/S000711452100221X>.
11. Montano, M.F., Carvalho, P.H.V., Chirino-Romero, J.O., Latack B.C., Salinas-Chavira, J., Zinn, R.A. Influence of supplemental condensed tannins on initial 112-d feedlot growth-performance and characteristics of digestion of calf-fed Holstein steers // *Translational Animal Science*. 2022. Vol. 6, iss. 1, txac024. <https://doi.org/10.1093/tas/txac024>.
 12. Kheirabadi S., Dehghan-Banadaky M., Ganjkanlou M. Effects of different dietary fat levels and sources on diet digestibility, fattening performance and meat quality of Holstein young bulls when substituted for dietary barley grain // *Archives of Animal Nutrition*. 2022. Vol. 76, iss. 1. P. 34-49. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2021.2013114>.
 13. Сапсалёва Т.Л., Радчикова Г.Н., Цай В.П., Мосолов А.А., Медведева Д.В., Шарейко Н.А., Ганущенко О.Ф., Лемешевский В.О. Белково-витаминно-минеральные добавки с включением зерна масличных и бобовых культур местной селекции в кормлении ремонтных тёлочек // Сборник материалов Международной научно-практической конференции посвященной памяти академика РАН В.П. Зволинского и 30-летию создания ФГБНУ «ПАФНЦ РАН» «Научное обеспечение устойчивого развития агропромышленного комплекса», Солёное Займище, 10-12 августа 2021. Солёное Займище: Прикаспийский аграрный федеральный научный центр РАН, 2021. С. 1458-1463.
 14. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of rumen digestion processes and productivity of fattening bull calves with a high level of concentrates in the diet // *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022. Vol. 354. P. 709-718. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_78.
 15. Ma J., Wang C., Wang Z., Cao G., Hu R., Wang H., Zou H., Kang K., Peng Q., Xue B., Wang L., Zhu Y. Active dry yeast supplementation improves the growth performance, rumen fermentation, and immune response of weaned beef calves // *Animal Nutrition*. 2021. Vol. 7, iss. 4. P. 1352-1359. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.006>.

References

1. Sapsaleva T.L., Bogdanovich I.V., Shevtsov A.N., Medvedeva D.V., Mosolova N.I., Seryakov I.S., Raikhman A. Ya., Golubitsky V.A. The possibility of using rapeseed cake in feeding calves of the first phase of growing. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1468-1473. (In Russ).
2. Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Shevtsov A.N., Shinkareva S.L., Medvedeva D.V., Dolzhenkova E.A., Lyovkin E.A., Mosolov A.A. The effect of feeding with rapeseed and lupine on the use of feed and the productivity of replacement heifers. *Sbornik materialov*

- Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zajmishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1463-1468. (In Russ.).
3. Lemeshevsky V.O., Kurepin A.A., Natynchik T.M. Biochemical criteria for ruminal digestion of cattle under the influence of feed protein quality. *Materialy konferencii, posvyashchennoj 120-letiyu M.F. Tomme «Fundamental'nye i prikladnye aspekty kormleniya sel'skohozyajstvennyh zhivotnyh i tekhnologii kormov»*, Dubrovicy, 14-16 iyunya 2016 [Proceedings of the conference dedicated to the 120th anniversary of M.F. Tomme "Fundamental and applied aspects of feeding farm animals and feed technology", Dubrovitsy, June 14-16, 2016]. Dubrovitsy, 2016:346-351. (In Russ.).
 4. Lemiashevsky V.O., Natynchik T.M., Kurepin A.A., Tynovec S.V., Denkin A.I. Activity of the process of digestion in the rumen have bulls at different quality protein. *Vestnik Polesskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya prirodovedcheskih nauk = Bulletin of the Polessky State university. Series of natural sciences*. 2016;(1):28-33. (In Russ.).
 5. Antonovich A.M., Dolzhenkova E.A. Granulated high-protein feed as part of KR-3 compound feed for young cattle. *Uchenye zapiski uchrezhdeniya obrazovaniya Vitebskaja ordena Znak Pocheta gosudarstvennaja akademija veterinarnoj mediciny = Scientific notes of the educational institution Vitebsk Order of the Badge of Honor State Academy of Veterinary Medicine*. 2019;55(3):108-112. (In Russ.).
 6. Tsai V.P., Radchikova G.N., Bogdanovich I.V., Prilovskaya E.I., Mosolov A.A., Medvedeva D.V., Karabanova V.N., Bukas V.V. New PVMS in the diets of young cattle. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa», Solenoe Zajmishche, 10-12 avgusta 2021* [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zajmishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1540-1545. (In Russ.).
 7. Kot A.N., Mosolova N.I., Besarab G.V., Antonovich A.M., Dolzhenkova E.A., Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Zhalnerovskaya A.V., Astrenkov A V.V., Prilovskaya E.I. Indicators of cicatricial digestion in young cattle at the age of 6-9 months from feeding extruded high-protein concentrated feed. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi = Zootechnical science of Belarus*. 2020;55(2):3-13. (In Russ.).
 8. Dolzhenkova E.A., Yatsko N.A. Cicatricial digestion, metabolism, feed conversion when feeding bulls with the feed additive Kryptolife-S. *Zootehnicheskaja nauka Belarusi = Zootechnical science of Belarus*. 2016;51(1):274-286. (In Russ.).

9. Razumovsky N., Ganushchenko O., Bukas V. Efficient use of feed. *Belorusskoe sel'skoe hozjajstvo = Belarusian agriculture*. 2016;(1):32-34. (In Russ.).
10. Liu Y., Zhang J., Wang C., Liu Q., Guo G., Huo W., Chen L., Zhang Y., Pei C., Zhang S. Effects of folic acid and cobalt sulphate supplementation on growth performance, nutrient digestion, rumen fermentation and blood metabolites in Holstein calves. *British Journal of Nutrition*. 2022;127(9):1313-1319. <https://doi.org/10.1017/S000711452100221X>.
11. Montano, M.F., Carvalho, P.H.V., Chirino-Romero, J.O., Latack B.C., Salinas-Chavira, J., Zinn, R.A. Influence of supplemental condensed tannins on initial 112-d feedlot growth-performance and characteristics of digestion of calf-fed Holstein steers. *Translational Animal Science*. 2022;6(1):txac024. <https://doi.org/10.1093/tas/txac024>.
12. Kheirabadi S., Dehghan-Banadaky M., Ganjkanlou M. Effects of different dietary fat levels and sources on diet digestibility, fattening performance and meat quality of Holstein young bulls when substituted for dietary barley grain. *Archives of Animal Nutrition*. 2022;76(1):34-49. <https://doi.org/10.1080/1745039X.2021.2013114>.
13. Sapsaleva T.L., Radchikova G.N., Tsai V.P., Mosolov A.A., Medvedeva D.V., Shareiko N.A., Ganushchenko O.F., Lemeshevsky V.O. Protein-vitamin-mineral additives with the inclusion of grains of oilseeds and legumes of local selection in the feeding of replacement heifers. *Sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii posvyashchennoj pamyati akademika RAN V.P. Zvolinskogo i 30-letiyu sozdaniya FSBSI «PAFNC RAN» «Nauchnoe obespechenie ustojchivogo razvitiya agropromyshlennogo kompleksa»*, Solenoe Zaimishche, 10-12 avgusta 2021 [Collection of proceedings of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the memory of Academician of the Russian Academy of Sciences V.P. Zvolinsky and the 30th anniversary of the creation of the Federal State Budget Scientific Institution "CAFSC RAS" "Scientific support for the sustainable development of the agro-industrial complex", Salt Zaimishche, August 10-12, 2021]. Solenoe Zaimishche: Caspian Agrarian Federal Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2021:1458-1463. (In Russ.).
14. Lemiasheuski V., Ostrenko K., Kutin I. Assessment of rumen digestion processes and productivity of fattening bull calves with a high level of concentrates in the diet. *Lecture Notes in Networks and Systems*. 2022;(354):709-718. https://doi.org/10.1007/978-3-030-91405-9_78.
15. Ma J., Wang C., Wang Z., Cao G., Hu R., Wang H., Zou H., Kang K., Peng Q., Xue B., Wang L., Zhu Y. Active dry yeast supplementation improves the growth performance, rumen fermentation, and immune response of weaned beef calves. *Animal Nutrition*. 2021;7(4):1352-1359. <https://doi.org/10.1016/j.aninu.2021.06.006>.

Вклад авторов: Василий Ф. Радчиков осуществлял общее руководство и подготовку рукописи; Дмитрий М. Богданович выполнял исследования и обработку полученных данных; Геннадий В. Бесараб проводил анализ выполненных расчетов. Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Author's contribution: Vasiliy F. Radchikov conducted the general management and preparation of the manuscript; Dmitriy M. Bogdanovich carried out research and processing the data obtained; Gennadiy V. Besarab analyzed the calculations performed. All authors participated equally in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Богданович Дмитрий Михайлович – генеральный директор, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: belniig@tut.by;

Бесараб Геннадий Васильевич – научный сотрудник, лаборатория кормления и физиологии питания крупного рогатого скота, Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству; 222160, Республика Беларусь, Жодино, ул. Фрунзе, 11; e-mail: labkrs@mail.ru.

Information about the authors (excluding the contact person):

Dmitriy M. Bogdanovich – Director general, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus; e-mail: belniig@tut.by;

Gennadiy V. Besarab – Researcher, Laboratory for Livestock Feeding and Nutrition Physiology, Scientific and Practical Centre of the National Academy of Sciences of Belarus on Animal Husbandry; 11, Frunze st., Zhodino, 222160, Republic of Belarus; e-mail: labkrs@mail.ru.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 18.04.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 27.05.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 30.05.2022