

УДК 636.3.087.8:579.8

Научная статья



Открытый доступ

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41

В.Н. Романов

Федеральный исследовательский центр
животноводства имени академика Л.К.
Эрнста, Подольск, Российская Федерация

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Поступила в редакцию:
02.06.2022

Одобрена после рецензирования:
30.08.2022

Принята к публикации:
15.09.2022

Research article



Open access

DOI: 10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41

Viktor N. Romanov

Federal Research Center for Animal
Husbandry named after Academy Member
L.K. Ernst, Podolsk, Russian Federation

✉ romanoff-viktor51@yandex.ru

Received by the editorial office:
02.06.2022

Accepted in revised:
30.08.2022

Accepted for publication:
15.09.2022

Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Научный интерес представляют исследования по изучению физиологического действия ассоциации пробиотических штаммов микроорганизмов для последующего их использования жвачным животным с целью роста продуктивности при повышении адаптивных возможностей организма

Методы. Для изучения влияния скармливания ассоциации пробиотиков в рассыпном и гранулированном видах проведены физиологические опыты на животных, имеющих хронические фистулы рубца, с изучением особенностей потребления и переваримости питательных веществ кормов, баланса азота, показателей рубцового пищеварения, микробиоты толстого отдела кишечника, особенностей обменных процессов в организме и показателей естественной резистентности по общепринятым современным методам исследований.

Результаты. Выявлено положительное действие скармливания ассоциации пробиотиков в дозе 7 г/гол./сут. рассыпью и в минигранулах на потребление кормов, их переваримость, с увеличением суммы составных питательных веществ и повышением коэффициентов переваримости, а также ретенции азота. В рубцовом содержимом установлены более высокие уровни образования массы бактерий, простейших, их суммы как до, так и после кормления, при более высокой концентрации ЛЖК, амилитической активности. В микробиологических исследованиях кала под влиянием ассоциации пробиотиков установлены более высокие уровни лактобактерий, бифидобактерий при более низком уровне лактозоположительных непатогенных микроорганизмов, относящихся к группе кишечной палочки патогенных плесеней, энтерококков. Установлено улучшение углеводно-жирового и белкового обмена, а также гематологических показателей крови в организме животных, получавших пробиотические штаммы. Полученные данные свидетельствуют о целесообразности применения ассоциации пробиотиков жвачным животным для улучшения метаболических процессов в организме как основы роста продуктивности и для повышения адаптивных возможностей.

Ключевые слова: овцы, пробиотики, рубец, пищеварение, переваримость, микрофлора кала, кровь, обмен веществ

Для цитирования: Романов В.Н. Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец. Аграрная наука; 2022; 362 (9): 37–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41>

© Романов В.Н.

The effectiveness of the association of probiotics in the diets of sheep

ABSTRACT

Relevance. Of scientific interest are studies on the physiological effect of the association of probiotic strains of microorganisms for their subsequent use by ruminants in order to increase productivity due to increasing the adaptive capabilities of the body.

Methods. To study the effect of feeding the association of probiotics in loose and granular species, physiological experiments were conducted on animals with chronic rumen fistulas, with the study of the characteristics of consumption and digestibility of feed nutrients, nitrogen balance, indicators of scar digestion, microbiota of the large intestine, features of metabolic processes in the body and indicators of natural resistance according to generally accepted modern research methods.

Results. The positive effect of feeding the association of probiotics at dosage 7 g/head/day in bulk and in mini-granules on feed consumption, digestibility was revealed, with an increase in the amount of compound nutrients and an increase in digestibility coefficients, as well as nitrogen retention. Higher levels of mass formation of bacteria, protozoa, their amounts both before and after feeding, with a higher concentration of volatile fatty acids, amylolytic activity were found in the scar content. In microbiological studies of feces under the influence of the probiotic association, higher levels of lactobacilli, bifidobacteria were found, with a lower level of lactose-positive non-pathogenic microorganisms belonging to the *Escherichia coli* group of pathogenic molds, enterococci. The improvement of carbohydrate-fat and protein metabolism, as well as hematological parameters of blood in the body of animals receiving probiotic strains was found. The data obtained indicate the expediency of using probiotic associations in ruminants to improve metabolic processes in the body as a basis for increasing productivity and to improve adaptive capabilities.

Key words: sheep, probiotics, scar, digestion, digestibility, fecal microflora, blood, metabolism

For citation: Romanov V.N. The effectiveness of the association of probiotics in the diets of sheep. Agrarian science. 2022; 362 (9): 37–41. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-362-9-37-41> (In Russian)

© Romanov V.N.

Введение / Introduction

Из-за необходимости обеспечения животного организма биологически полноценным питанием актуальным является поиск, изучение и направленное применение пробиотических штаммов микроорганизмов, способствующих улучшению пищеварительных и обменных процессов в организме сельскохозяйственных животных, реализации генетического потенциала их продуктивности при сохранении здоровья [1, 2]. Хотя имеются данные об эффективности применения различных штаммов микроорганизмов сельскохозяйственных животных, не уделяется должного внимания возможностям комплексного применения ассоциации пробиотиков различной направленности физиологического действия с возможностью повышения эффективности их применения.

Учитывая уникальные особенности пищеварительно-го аппарата жвачных животных: наличие разнообразных микробных сообществ, использующих лигноцеллюлозный материал кормов, образование высокоценного энергопластического материала для организма животного-хозяина в виде летучих жирных кислот (ЛЖК), а также способность превращать небелковый азот в микробный белок, особое внимание следует уделять поиску высокоэффективных пробиотических штаммов как высокого целлюлозо-амилолитического действия, так и способствующих подавлению жизнедеятельности условно- и безусловно патогенных штаммов микроорганизмов желудочно-кишечного тракта, что может обеспечить повышение адаптивных возможностей животного организма и рост продуктивности [3–6].

В числе пробиотических штаммов молочнокислых бактерий, находящихся в настоящее время широкое применение в животноводстве, — *Enterococcus faecium* 1–35 («Целлобактерин+»), производимый в ООО «Биотроф» (Россия). В ранее проведенных исследованиях установлено, что его применение способствует увеличению симбиотной микробиальной массы с активацией ферментации, увеличению образования ЛЖК, повышению переваримости питательных веществ кормов. При этом выявлена активизация выработки энтероцинов с антагонистической активностью штаммов к ряду нежелательных микроорганизмов, а также стимулирующее действие штаммов на регенерацию эпителия кишечника [7–9].

Модуляторами микрофлоры желудочно-кишечного тракта с высокой антимикробной активностью в отношении патогенных и условно-патогенных микроорганизмов могут являться спорообразующие бактерии *Bacillus megaterium* с механизмом синтеза аминоклизов [10, 11].

В этой связи научно-практический интерес представляет изучение физиологического действия инновационного препарата — ассоциации бактерий *Enterococcus faecium* 1–35 ($3,8 \times 10^7$ колониеобразующих единиц бактерий, КОЕ) и *Bacillus megaterium* В-4801 ($3,8 \times 10^7$ КОЕ), производства ООО «Биотроф». Ожидается улучшение пищеварительных и обменных процессов в организме жвачных животных при оптимизации биотопа желудочно-кишечного тракта, с опровергаемой биодеструкцией актериальных и грибных токсинов.

При этом определенный научно-практический интерес представляет изучение возможностей улучшения физиологического действия ферментно-пробиотических препаратов путем скармливания их в гранулированном виде. Предполагается, что это приведет к пролонгированному действию их в организме, а также к

повышению сохранения активности анаэробных штаммов микроорганизмов в процессе их хранения.

С целью изучения физиологического действия ассоциации пробиотических штаммов решались следующие задачи:

- изучить влияние скармливания ассоциации пробиотиков в рассыпном (П) и гранулированном (Пг) видах на потребление и переваримость питательных веществ кормов, баланс азота, показатели рубцового пищеварения, микробиоты толстого отдела кишечника, особенности обменных процессов и показатели естественной резистентности в организме подопытных животных;
- выявить целесообразность гранулирования на основе результатов сравнительного изучения физиологического действия П и Пг относительно контроля.

Материал и методы исследования / Materials and method

Физиологические исследования проводились в условиях вивария ФБГНУ ФИЦ ВИЖ методом групп и периодов [12] на полутороговых овцах романовской породы средней живой массой 45 кг, имеющих фистулы рубца по Басову, в группах было по 3 животных.

Для определения влияния П и Пг на поедаемость проводился ежедневный индивидуальный учет задаваемых кормов и остатков на протяжении всего учетного периода физиологических исследований в течение 7 дней, с предварительным 21-дневным периодом скармливания пробиотического комплекса. По окончании физиологического балансового опыта [13] в лаборатории химико-аналитических исследований ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста проведены химические анализы в средних пробах кормов, кала и мочи по общепринятым методикам [14].

Изучение метаболических процессов в рубце у подопытных животных проводилось в содержимом, взятом до кормления и через 3 часа после кормления, с определением показателей: pH, общее количество летучих жирных кислот — методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; аммиачный азот — микродиффузным методом по Конвею; амилолитическая активность — фотометрическим методом, биомасса простейших и бактерий в рубцовом содержимом — методом дифференцированного центрифугирования на центрифуге «BECKMAN» (Германия) «J2–21 Centrifuge» сэкспозицией 20 минут при 150 00 оборотах.

По окончании опыта у подопытных животных производился забор крови из яремной вены ($n=3$) с последующим определением биохимических (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевины, билирубин общий, холестерин общий, кальций, фосфор, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ, триглицериды) и гематологических (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) показателей на автоматическом биохимическом анализаторе «ChemWell» («Awareness Technology», США) в отделе физиологии и биохимии сельскохозяйственных животных ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

В лаборатории микробиологии ФГБНУ ФНЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста по пробам крови определялись показатели неспецифической резистентности подопытных животных: бактерицидная активность — фотонейлометрическим методом, лизоцимная активность — методом В.И. Мутовина, фагоцитарная активность клеток крови — определением поглощающей и переваривающей способности. Также в лаборатории микробиологии определялись микробиологические показатели кала подопытных животных.

Полученные в опыте материалы обработаны биометрически с вычислением следующих величин: среднеарифметическая (M), среднеквадратическая ошибка ($\pm m$) и уровень значимости (p). Результаты исследования считаются достоверными при $p < 0,01$ и $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение / Results and discussion

С основным рационом (ОР) животные получали 1,5 кг сена и 0,4 кг комбикорма на голову в сутки. Животным 1-й опытной группы в смеси с комбикормом П скармливали в количестве 7 гр/гол. в сутки россыпью, 2-я опытная группа получала Пг в виде минигранул диаметром 2,5 мм.

Выявлено увеличение поедаемости сена при одинаковом потреблении концентратов, повышение потребления составных питательных веществ рациона животными, получавшими ассоциацию пробиотиков (1-я и 2-я опытные группы), по сухому веществу на 26,1 и 24,4% соответственно, органическому — на 27,1 и 25,1%, сырому протеину — на 6,6 и 5,4%, сырому жиру — на 16,1 и 8,6%, сырой клетчатке — на 15,1 и 11,6%, БЭВ — на 37,3 и 36,5% относительно контроля, что было обусловлено улучшением направленности пищеварительных процессов в организме, в частности рубцового метаболизма.

При общих тенденциях снижения уровня рН рубцового содержимого после кормления, характерного для всех животных в группах, не выявлено существенной разницы в показателях концентрации аммиака. Установлен более высокий уровень образования ЛЖК в рубце животных, получавших П, составивший $7,80 \pm 0,33$ Ммоль/100 мл до кормления, что выше на 14,5% относительно контроля, через три часа после кормления — $10,14 \pm 0,48$ Ммоль/100 мл ($p < 0,05$), что выше на 17,9%, тогда как при использовании гранулированной формы разница была несколько ниже, составив $7,47 \pm 0,43$ Ммоль/100 мл (выше на 9,7%) и $9,91 \pm 0,29$ Ммоль/100 мл ($p < 0,05$), что выше на 15,2%. Также выявлено и повышение амилалитической активности в рубцовом содержимом животных, получавших ассоциацию пробиотиков, составившей $18,17 \pm 0,23$ Е/мл ($p < 0,01$) в 1-й и $17,33 \pm 0,33$ Е/мл во 2-й опытных группах против $16,49 \pm 0,21$ Е/мл в контрольной (выше, соответственно, на 10,2 и 5,1%).

Положительные изменения в интенсивности броодильных процессов и ферментативной активности рубцового содержимого связаны с увеличением образования микробной массы вследствие применения ассоциации пробиотических штаммов (табл. 1).

Выявлено достоверно более высокое образование массы бактерий в содержимом рубца животных 1-й

опытной группы, получавших П, как до кормления — на 35,9%, простейших — на 84,6% и их суммы — на 53,8%, так и через 3 часа после кормления — на 12,7; 40,5 и 23,9% соответственно. В содержимом рубца животных, получавших Пг, разница была менее значительной, составив по массе бактерий 23,1%, простейших — 53,8% и их суммы — 35,4% до кормления и соответственно 7,3; 29,7 и 16,3% через 3 часа после кормления.

Положительные изменения в направленности пищеварительных процессов при использовании как П, так и Пг, обусловили улучшение переваримости питательных веществ, при установленном повышении показателей видимой переваримости количества переваренного сухого вещества в 1-й опытной группе на 29,8% ($p < 0,05$), во 2-й — на 27,2%, в том числе органического — на 31,3% ($p < 0,05$) и 28,4%, сырого протеина — на 7,0% и 6,0%, сырого жира — на 17,7% и 10,6%, сырой клетчатки — на 20,4% ($p < 0,05$) и 16,8% ($p < 0,05$), БЭВ — на 41,8% ($p < 0,05$) и 38,8% ($p < 0,05$). При этом абсолютное повышение коэффициентов переваримости сухого вещества у животных 1-й опытной группы составило 1,9% ($p < 0,05$), органического — 2,2% ($p < 0,05$), протеина — 0,3%, жира — 1,2%, БЭВ — 2,0% ($p < 0,05$), клетчатки — 2,8% ($p < 0,05$), у животных 2-й опытной группы — соответственно 1,4; 1,7; 0,6; 1,7; 1,1 ($p < 0,05$); 2,9 ($p < 0,05$)%.

В целом выявленные положительные изменения в показателях видимой переваримости, в частности клетчатки, БЭВ, взаимосвязанные с положительными изменениями преджелудочного пищеварения, свидетельствуют о высоком физиологическом действии ассоциации изучаемых штаммов микроорганизмов, при большей эффективности их использования в рассыпном виде.

Применение пробиотиков способствовало повышению ретенции азота в теле от 4,61 гр контрольной группы до 7,68 гр в 1-й 6,43 гр во 2-й опытных группах (выше на 66,6% и 39,5% соответственно), с увеличением коэффициентов использования на 9,07 абс.% и 7,99 абс.% соответственно; это свидетельство улучшения азотистого обмена и роста продуктивности.

Свидетельством улучшения азотистого обмена вследствие применения ассоциации пробиотиков также являются более высокие уровни альбуминов (на 9,4% в 1-й и на 7,5% — во 2-й опытных группах) при повышении А/Г-отношения до 0,91 в 1-й и до 0,94 — во 2-й опытных группах против 0,82 в контроле (табл. 2).

Также об улучшении азотистого обмена в организме животных, получавших ассоциацию пробиотиков, свидетельствует и достоверно ($p < 0,05$) более низкая концентрация мочевины, составившая $5,26 \pm 0,19$ ммоль/л в 1-й и $5,82 \pm 0,14$ ммоль/л — во 2-й опытных группах против

Таблица 1. Содержание бактериальной массы в содержимом рубца, $X \pm Sx$

Table 1. The content of the bacterial mass in the contents of the rumen, $X \pm Sx$

Группа	В 100 мл рубцового содержимого, г					
	За 1 час до кормления			Через 3 часа после кормления		
	бактерии	простейшие	всего	бактерии	простейшие	всего
Контроль	$0,39 \pm 0,03$	$0,26 \pm 0,02$	$0,65 \pm 0,06$	$0,55 \pm 0,02$	$0,37 \pm 0,023$	$0,92 \pm 0,04$
1-я опытная	$0,53 \pm 0,05$	$0,48 \pm 0,05^{**}$	$1,01 \pm 0,09^{**}$	$0,62 \pm 0,05$	$0,52 \pm 0,05^{*}$	$1,14 \pm 0,08^{*}$
% к контр.	135,9	184,6	153,8	112,7	140,5	123,9
2-я опытная	$0,48 \pm 0,03$	$0,40 \pm 0,04^{*}$	$0,88 \pm 0,08^{*}$	$0,59 \pm 0,07$	$0,48 \pm 0,03^{*}$	$1,07 \pm 0,06$
% к контр.	123,1	153,8	135,4	107,3	129,7	116,3

Примечания: * — $p < 0,05$, ** — $p < 0,01$ по отношению к контрольной группе

6,68±0,09 ммоль/л, что ниже на 27,0 и 14,8%, при более высоком уровне креатинина — на 3,6 и 2,9% соответственно. В показателях ферментов переаминирования выявлен более высокий уровень аланинаминотрансферазы (АЛТ) — на 11,8% в 1-й и на 8,0% — во 2-й опытных группах, и при сравнительно одинаковых показателях аспартатаминотрансферазы (АСТ) коэффициенты де Ритиса были ниже, составив соответственно 3,22 и 3,31 против 3,57 в контроле.

В показателях направленности энергетического обмена также выявлены значительные положительные изменения, характеризующиеся более высокими уровнями глюкозы — на 32,9% ($p < 0,05$) в 1-й, на 27,6% ($p < 0,05$) во 2-й опытной группах, щелочной фосфатазы — на 15,5% ($p < 0,05$) и 8,7% ($p < 0,05$) соответственно. Об улучшении липидного обмена свидетельствует разница в показателях уровней фракций фосфолипидов — он выше на 38,3% ($p < 0,05$) в 1-й и на 30,8% ($p < 0,05$) — во 2-й опытной группах при незначительных различиях во фракциях триглицеридов, холестерина, уровня билирубина.

О положительном действии пробиотических штаммов свидетельствуют и данные гематологических показателей крови: более низкий уровень лейкоцитов — на 12,5% ($p < 0,05$) в 1-й и на 8,8% ($p < 0,05$) — во 2-й опытных группах, более высокий уровень эритроцитов — на 7,3 и 5,1%, и, на фоне сравнительно одинакового уровня гемоглобина, более низкий показатель гематокрита — 48,12 и 49,27% против 54,84% в контрольной группе.

При использовании ассоциации пробиотиков выявлены более высокие уровни бактерицидной активности в организме животных — 1-й опытной группы — на 3,1%, во 2-й — на 1,9%, фагоцитарной активности — на 10,9 и 7,1% соответственно, что характеризует улучшение иммунологического статуса.

Важным выявленным положительным физиологическим результатом примененных пробиотических штаммов является более высокий уровень в показателях микробиологических исследований калалактобактерий — на 68,2% в 1-й и на 46,6% — во 2-й опытных группах, а также бифидобактерий — выше трех- и двукратно соответственно. При этом установлен более низкий уровень лактозоположительных непатогенных микроорганизмов группы кишечной палочки — на 200% в 1-й и на 65,1% во 2-й опытной группах, а также энтерококков — на 84,0 и 70,5%, патогенных плесеней — в 3 раза и в 2 раза соответственно, что в совокупности свидетельствует о положительном действии ассоциации пробиотиков на микробиоту желудочно-кишечного тракта.

Выводы / Conclusion

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности применения жвачным животным ассо-

Таблица 2. Биохимические показатели крови, $\bar{X} \pm Sx$

Table 2. Biochemical parameters of blood, $\bar{X} \pm Sx$

Показатель	Группа		
	контрольная	опытная 1-я	опытная 2-я
Белок общий, г/л	82,12±2,92	82,44±0,21	82,25±0,20
Альбумины, г/л	37,17±1,52	40,66±0,80*	39,96±0,70
Глобулины, г/л	44,95±3,51	44,46±1,04*	42,29±0,75*
А/Г-коэффициент	0,82±0,09	0,91±0,04	0,94±0,03
Мочевина, ммоль/л	6,68±0,09	5,26±0,19*	5,82±0,14*
Креатинин, мкмоль/л	89,52±4,68	92,78±1,05	92,14±0,89
Билирубин общий, мкмоль/л	1,93±0,08	2,25±0,25	2,06±0,05
Глюкоза, ммоль/л	2,83±0,27	3,76±0,07*	3,61±0,17*
Триглицериды, ммоль/л	1,04±0,05	0,95±0,04	0,98±0,02
Фосфолипиды, ммоль/л	1,33±0,31	1,84±0,08*	1,74±0,03*
Холестерин, ммоль/л	1,48±0,21	1,75±0,14	1,68±0,05
АЛТ, нкат/л	17,74±0,73	19,83±1,36	19,16±0,68
АСТ, нкат/л	63,41±0,99	63,83±1,21	63,50±1,04
Коэф. де Ритиса, АСТ/АЛТ	3,57±0,11	3,22±0,13	3,31±0,13
Щел. фосфатаза, нкат/л	170,29±3,44	196,62±5,56*	185,17±4,38*
Лейкоциты, 10^9 /л	37,80±0,58	33,61±0,97*	34,75±0,75*
Эритроциты, 10^{12} /л	14,62±0,37	15,69±0,28	15,36±0,30
Гемоглобин, г/л	133,73±0,78	134,33±0,45	134,20±1,05
Гематокрит, %	54,84±1,73	48,12±1,81	49,27±1,79

Примечание: * — $p < 0,05$ по отношению к контрольной группе

циации бактерий штаммов *Enterococcus faecium* 1–35 и *Bacillus megaterium* В-4801, способствующей положительным изменениям в направленности пищеварительных процессов в желудочно-кишечном тракте и улучшению усвояемости питательных веществ кормов в организме.

Применение ассоциации микроорганизмов обуславливает улучшение микробиоты желудочно-кишечного тракта (с увеличением популяций полезной бактериальной массы в преджелудках) и повышение образования продуктов брожения в виде ЛЖК — высокоценного энергопластического материала.

Интродукция штаммов способствует положительным изменениям в направленности углеводно-жирового и белкового обмена, ретенции азота, улучшению неспецифической резистентности организма. Менее выраженный физиологический эффект при использовании гранулированной формы ассоциации бактерий относительно их скармливания в рассыпном виде мог быть обусловлен снижением их активности под воздействием высоких температур примененного способа грануляции.

Выявленные особенности пищеварительных и обменных процессов послужат накоплению новых знаний для применения пробиотических штаммов жвачным животным. Полученные результаты лягут в основу разработки способов роста продуктивности жвачных животных с применением биологически активных веществ.

Автор несет ответственность за свою научную работу и представленные данные в научной статье.

The author is responsible for his scientific work and the data presented in the scientific article.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России, тема 121052600314-1.

FUNDING

The work was supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, topic 121052600314-1.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Anadon A., Ares I., Martinez-Larranhaga M. R., Martinez M. A. Prebiotics and probiotics in feed and animal health. In: Gupta R., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Biologically active additives in veterinary medicine*. Springer, Cham, Switzerland, 2019; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8>
2. Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных. *Ветеринария*, 2006. №7: 11-22
3. Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А., Солдатова В.И. Микробиом рубца жвачных: современные представления. *Животноводство России*. 2018. 10: 38-42.
4. Schwarz S., Cavaco LM, Shen J. Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals. *Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine*, Washington DC, 2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0023-2017>
5. Faizan A.S., Yan B., Tian F., Zhao J., Zhang H., Chen W. Lactic acid bacteria as antifungal and anti-mycotoxigenic agents: a comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2019; 18(5):1403; <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12481>
6. Franz C.M., Huch M., Abriouel H., Holzapfel W., Gálvez A. Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *Int J Food Microbiol* 2011; 151(2):125–40; <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>
7. Лаптев Г.Ю., Полуляшина С.В., Романов В.Н. Эффективность использования Целлобактерина в рационах молочных коров. *Эффективное животноводство*, 2009. 2: 25.
8. Романов В.Н., Боголюбова Н.В. Пищеварительные и обменные процессы в организме овец при включении в рацион пробиотика Целлобактерин + *Ветеринария и кормление*. 2020. 3: 35-39.
9. Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А., Дунашев Т.П., Тюрин Д.Г., и др. Таксономическая и функциональная характеристика микробиоты рубца лактирующих коров под влиянием пробиотика Целлобактерина + *Сельскохозяйственная биология*. 2020. 55(6): 1204-1219.
10. Casula G., Cutting S.M. Bacillus probiotics: spore germination in the gastrointestinal tract. *Appl. and Environ. Microbiol.* 2002. 68: 2344–2352.
11. Лаптев Г.Ю., Йылдырым Е.А., Дунашев Т.П., Ильина Л.А., Тюрин Д.Г., и др. Геномный и фенотипический потенциал антимикробной активности штамма бактерий *Bacillus megaterium* B-4801. *Сельскохозяйственная биология*. 2020. 55. (4): 816-829. doi: 10.15389/agrobiology.2020.4.816
12. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. М.: Колос. 1976. 303 с.
13. И.П. Духин, Т.Н. Венедиктова, В.Р. Зельнер, М.М. Клинская. Методические рекомендации по изучению физиологии питания у жвачных. Дубровицы. 1977. 31 с.
14. Методики зоотехнических и биохимических анализов кормов, продуктов обмена и животноводческой продукции. Дубровицы. 1970. 128 с.

ОБ АВТОРАХ:

Виктор Николаевич Романов, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела физиологии и биохимии с/х животных, Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста», д. 60, п. Дубровицы, Подольск, Московская обл., 142132, Российская Федерация
E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru
<https://orcid.org/0000000205207022>

REFERENCES

1. Anadon A., Ares I., Martinez-Larranhaga M. R., Martinez M. A. Prebiotics and probiotics in feed and animal health. In: Gupta R., Srivastava A., Lall R. (eds.). *Biologically active additives in veterinary medicine*. Springer, Cham, Switzerland, 2019; <https://doi.org/10.1007/978-3-030-04624-8>
2. Panin A.N., Malik N.I. Probiotics – an integral component of rational animal feeding. *Veterinary Medicine*, 2006. 7: 11-22. (In Russian.)
3. Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Soldatova V.I. The rumen microbiome of ruminants: modern concepts. *Livestock of Russia*. 2018. 10: 38-42 (In Russian.)
4. Schwarz S., Cavaco L.M., Shen J. Antimicrobial resistance in bacteria from livestock and companion animals. *Antimicrobial Stewardship in Veterinary Medicine*, Washington DC, 2018. <https://doi.org/10.1128/microbiolspec.ARBA-0023-2017>
5. Faizan A.S., Yan B., Tian F., Zhao J., Zhang H., Chen W. Lactic acid bacteria as antifungal and anti-mycotoxigenic agents: a comprehensive review. *Compr Rev Food Sci Food Saf* 2019; 18(5):1403; <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12481>
6. Franz C.M., Huch M., Abriouel H., Holzapfel W., Gálvez A. Enterococci as probiotics and their implications in food safety. *Int J Food Microbiol* 2011; 151(2):125–40; <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.08.014>
7. Laptev, G.Yu., Polulyashnaya S.V., Romanov V.N. The effectiveness of using Cellobacterin in the diets of dairy cows. *Effective animal husbandry*, 2009. 2: 25 (In Russian)
8. Romanov, V.N., Bogolyubova N.V. Digestive and metabolic processes in the body of sheep when the probiotic Cellobacterin + is included in the diet. *Veterinary medicine and feeding*. 2020. 3; 35-39 (In Russian)
9. Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Dunyashev T.P., Tyurina D.G., etc. Taxometric and functional characteristics of the rumen microbiota of lactating cows under the influence of the probiotic Cellobacterin+ *Agricultural biology*. 2020. 55 (6): 1204-1219 (In Russian)
10. Casula G., Cutting S.M. Bacillus probiotics: spore germination in the gastrointestinal tract. *Appl. and Environ. Microbiol.* 2002. 68: 2344–2352.
11. Laptev G.Yu., Yildirim E.A., Dunyashev T.P., Ilyina L.A., Tyurina D.G., etc. Genomic and phenotypic potential of antimicrobial activity of *Bacillus megaterium* B-4801 bacterial strain. *Agricultural biology*. 2020. 55(4): 816-829. doi: 10.15389/agrobiology.2020.4.816 (In Russian).
12. Ovsyannikov A.I. Fundamentals of experimental work in animal husbandry. M.: Kolos. 1976. 303 s (In Russian).
13. Dukhin I.P., Venediktova T.N., Zelner V.R., Klinskaya M.M. Methodological recommendations for the study of nutritional physiology in ruminants. Dubrovitsy. 1977. 31 p. (In Russian).
14. Methods of zootechnical and biochemical analyzes of feed, metabolic products and livestock products. Dubrovitsy. 1970. 128 p. (In Russian).

ABOUT THE AUTHORS:

Victor Nikolayevich Romanov, Candidate of Biological Sciences, Leading researcher of the Department of Physiology and Biochemistry of agricultural Animals, Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst 60, Dubrovitsy, Podolsk, Moscow region, 142132, Russian Federation
E-mail: romanoff-viktor51@yandex.ru
<https://orcid.org/0000000205207022>