

**МЕТАБОЛИЧЕСКИЕ ЭФФЕКТЫ ПРИ СКАРМЛИВАНИИ  
КОМПЛЕКСА ПРОБИОТИКОВ И «ЗАЩИЩЁННОГО» ХОЛИНА  
У ОВЕЦ МЯСНОЙ ПОРОДЫ**

Романов В.Н., Иолчиев Р.Б., Мишуров А.В.

*Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста,  
Подольск-Дубровицы, Московская область, Российская Федерация*

Актуальным направлением исследований в области питания жвачных является изучение физиологических эффектов холина, как мощного липотропного и гепатопротекторного средства, и пробиотиков. В исследованиях, проведенных методом групп-периодов на валухах породы катадин (ВК) с наложенными фистулами рубца ( $n=3$ ) и на ягнятах породы дорпер (ЯД) средней живой массой 30 кг ( $n=3$ ) изучалась эффективность добавки комплекса пробиотиков и «защищенной» формы холина (КПХ) в соотношении по массе 30:70%. Во всех периодах наблюдения (до приёма корма, через 3 и 5 ч после кормления) у ВК выявлено повышение против контроля микробной массы ( $P<0,05$ ), концентрации ЛЖК в рубцовой жидкости ( $P<0,01$ ) и амилалитической активности содержимого рубца. Под действием КПХ выявлено повышение в сыворотке крови против контроля у ВК и ЯД ( $P <0,05$ ) активности щелочной фосфатазы ( $P<0,05$ ), концентрации триацилглицеролов ( $P<0,05$ ) и холестерина ( $P<0,05$ ) при снижении уровня билирубина ( $P<0,05$ ). Применение КПХ способствовало повышению ретенции азота ( $P<0,05$ ) у обоих пород. Заключение, что выявленные положительные изменения в направленности пищеварительных и обменных процессов у овец при скармливании КПХ дают основания заключить о целесообразности проведения дополнительных исследований с целью практического применения разработанной добавки для продуктивных жвачных животных.

*Ключевые слова: валухи, ягнята, кормовые добавки, пробиотики, холин, рубцовый метаболизм, ретенция азота, переваримость, биохимия крови.*

*Проблемы биологии продуктивных животных. 2025 3: 72-80.*

### **Введение**

Необходимость улучшения направленности физиологических процессов в организме жвачных животных, содержащихся в условиях современных интенсивных технологий, связана, как правило, с существующими недостатками в сбалансированности рационов по основным питательным и биологически активным веществам, низким качеством кормов, а также негативным воздействием ксенобиотиков, приводящим к снижению продуктивности.

Для повышения адаптивных возможностей животного организма находят применение препараты ферментно-пробиотического действия, способствующих улучшению преджелудочного пищеварения, повышению переваримости и использованию питательных веществ, дополнительному увеличению поступления энергопластического материала в обменный фонд организма, и, непосредственно в такой жизненно важный орган как печень (Алиев, 1997; Харитонов, 2019). В ранее проведенных исследованиях установлена высокая

эффективность использования ряда ферментно-пробиотических штаммов микроорганизмов производства «Биотроф» (Романов и др. 2010; Романов и др., 2020). Особый научно-практический интерес представляет ферментно-пробиотический комплекс из жизнеспособных бактерий штаммов *Enterococcus faecium* 1-35  $3,8 \times 10^7$  КОЕ и *Bacillus megaterium* В-4801  $3,8 \times 10^7$  КОЕ в 1 г кормовой добавки. Штаммы обладают рядом полезных свойств, в том числе способностью к синтезу широкого спектра биологически активных веществ, в частности ряда аминокислот, витаминов и ферментов, способствующих биодеструкции токсичных соединений, подавляющих развитие патогенных и условно-патогенных микроорганизмов за счёт продукции специфических антимикробных факторов со снижением негативных воздействий бактериальных и грибных токсинов на организм животного-хозяина (Лаптев и др., 2018; Ыылдырым и др., 2020; Лаптев и др., 2020). В ранее проведенных исследованиях установлено повышение переваримости и усвоения питательных веществ, особенно клетчатки, увеличение продукции ЛЖК и наращивания бактериальной массы (Романов, Мишуоров 2021; Романов, 2022).

При исследовании обменных процессов в печени у продуктивных животных выявлена важная роль метионина, холина, бетаина, карнитина, недостаточное экзогенное поступление которых приводит к гипофункции органа, нарушениям углеводно-жирового и белкового обмена (Циеленс, 1971; Leal et al., 2021; Романов, Хер Бек, 2021; Irshad, Firincioğlu, 2022; Swartz et al., 2022; Mahmoud, Shwayel, 2023). При этом исследуется возможность скармливания аминокислот и витаминов жвачным животным в «защищенных» от воздействия рубцовой микрофлоры формах (Kawas et al. 2020; Jin, et al., 2021; Leal et al., 2021).

С целью импортозамещения зарубежных источников метилирования, авторами разработан отечественный способ пролонгации действия биологически активных добавок, основанный на использовании животного жира с температурой плавления выше температуры рубца, в смеси с диоксидом кремния (Патент RU 2816524 С1, 01.04.2024). В проведенных на крупном и мелком рогатом скоте физиологических и научно-производственных опытах выявлена высокая эффективность скармливания отечественной формы «защищенного» холина с выраженной липотропно-гепатопротекторной направленностью биологического действия в организме продуктивных жвачных животных (Романов, Мишуоров, 2023; Романов и др. 2023; Романов и др., 2024; Романов и др., 2024).

Цель исследования – изучение физиологического действия кормовой добавки, состоящей из пробиотических штаммов и «защищенного» холина в соотношении 30:70%.

### **Материал и методы**

Исследование проводилось методом групп-периодов на трёх годовалых валухах мясной породы катадин, средней живой массой 60 кг, прооперированных с наложением фистул рубца, и трёх шестимесячных ягнятах породы дорпер, средней живой массой 30 кг, получавших сено-концентратные рационы.

Для изучения динамики преджелудочного пищеварения в опыте на валухах породы катадин в конце каждого периода отбирали пробы рубцового содержимого до кормления, через 3 и 5 часов после него. В содержимом рубца определяли рН на приборе Аквилон-410; общее количество летучих жирных кислот – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; аммиачный азот – микродиффузионным методом по Конвею; амилолитическую активность – фотометрическим методом; массу простейших и бактерий в рубцовом содержимом – методом дифференцированного центрифугирования.

В конце каждого периода у подопытных животных отбирали пробы крови из яремной

вены через 3 ч после кормления, с проведением биохимического (общий белок, альбумины, глобулины, креатинин, мочевины, билирубин общий, холестерин общий, щелочная фосфатаза, глюкоза, АСТ, АЛТ, триглицериды, кальций, фосфор) и гематологического анализа (гемоглобин, эритроциты, лимфоциты, гематокрит) на биохимическом автоматическом анализаторе Erba XL-640 (Erba Lachema, Чехия, с использованием реагентов Erba).

### Результаты и обсуждение

Согласно схемы исследований, валухи породы катадин в дополнение к основному рациону, состоящему из 1,5 кг сена, 0,4 кг комбикорма, получали добавку КПХ (комплекс пробиотиков/холин в соотношении по массе 30:70%) в дозе 10 г на голову в сутки в смеси с комбикормом, а ягнята опытной группы породы дорпер - по 7 г добавки КПХ к основному рациону, состоящему из 1,5 кг сена и 0,3 кг комбикорма (табл. 1).

Таблица 1. Состав и питательность рационов (M±m, n=3)

Корма	Группы (породы)			
	Валухи (катадин)		Ягнята (дорпер)	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Сено, кг	1,5	1,5	1,5	1,5
Комбикорм, кг	0,4	0,4	0,3	0,3
Соль лизунец		+	+	+
Добавка КПХ		10	-	7
Содержание в рационе (по фактически потреблённым кормам):				
Сухое вещество, г	1124±39	1258±36	1117±21	1219±35
Органическое вещество, г	1028±37	1161±33	1030±20	1125±33
Сырой протеин, г	138±2	146±2	119±2	127±3
Сырой жир, г	35,1±0,6	38,2±1,8	34,5±0,3	35,2±0,5
Сырая клетчатка г	225±15	290±14*	246±8	305±11**
БЭВ, г	630±19	687±16	631±10	657±19
Сырая зола, г	95,9±1,7	95,9±2,3	87,2±1,3	93,8±2,1*
Кальций, г	13,4±0,2	13,5±0,3	12,5±0,2	13,0±0,3
Фосфор, г	6,9±0,1	6,6±0,1	5,9±0,1	6,4±0,1

Примечание здесь и далее в таблицах: \* P<0,05; \*\*P<0,01 по t-критерию при сравнении с контролем.

Животные опытных групп, получавших КПХ, при одинаковом потреблении концентратов поедали сена больше, чем в контроле, с увеличением потребления валухами сухого вещества на 11,8, сырого протеина на 5,3, сырой клетчатки на 29,1, и ягнятами – сухого вещества на 7,0, сырого протеина на 9,1, сырой клетчатки на 24,2%.

Выявленный более высокий уровень потребления питательных веществ животными, получавшими КПХ, был следствием улучшения пищеварительных процессов в организме, о чём свидетельствуют данные о положительных изменениях в направленности преджелудочного пищеварения, полученные в опыте на валухах катадин (табл. 2).

Выявлен более высокий уровень образования ЛЖК под действием КПХ в периоды до кормления (P<0,05), через 3 (P<0,05) и 5 ч (P<0,05) после кормления, а также положительная разница (P<0,05) по амилотической активности рубцового содержимого после кормления. Также наблюдалась тенденция более низкого уровня аммиака во все три периода наблюдения. Полученные данные свидетельствуют о более рациональном использовании питательных веществ симбионтами преджелудков с улучшением направленности азотистого обмена (табл. 2).

Таблица 2. Показатели рубцового метаболизма у валухов породы катадин (M±m, n=3)

Группа	Время взятия проб		
	За 1 ч до кормления	Через 3 ч после кормления	Через 5 ч после кормления
	рН в рубцовом содержимом		
Контроль (ОР)	6,61±0,07	6,26±0,12	6,34±0,11
Опыт (ОР+ кпх)	6,43±0,22	6,18±0,07	6,17±0,14
	ЛЖК в рубцовой жидкости (ммоль/100 мл)		
Контроль (ОР)	6,76±0,22	7,94±0,09	6,92±0,16
Опыт (ОР+ кпх)	8,10±0,43*	9,22±0,34*	8,58±0,49*
% к контролю	120	116	124
	Аммиак (мг/100 мл)		
Контроль (ОР)	13,7±0,9	18,0±1,1	13,9±0,2
Опыт (ОР+ кпх)	12,5±0,5	15,1±0,5	12,8±0,6
% к контролю	91,2	84,1	92,0
	Амилитическая активность (Е/мг)		
Контроль (ОР)		16,7±0,3	
Опыт (ОР+ кпх)		18,3±0,1*	
% к контролю		110	

Таблица 3. Содержание микробальной массы в рубцовой жидкости у валухов, мг/100 мл (M±m, n=3)

Группы	До кормления		Через 3 ч после кормления		Через 5 ч после кормления	
	Бактерии	Простейшие	Бактерии	Простейшие	Бактерии	Простейшие
Контроль	353 ± 24	367 ± 22	482 ± 20	531 ± 31	384 ± 16	403 ± 16
Опыт	431 ± 10*	438 ± 13*	570 ± 14*	655 ± 18*	457 ± 15*	470 ± 15*
%	122	119	118	123	119	117

Дополнительным свидетельством улучшения направленности преджелудочного пищеварения под действием КПХ является более высокий уровень образования массы бактерий ( $P<0,05$ ), простейших ( $P<0,05$ ) и их суммы ( $P<0,05$ ) во все периоды наблюдения (табл. 3). Выявленная положительная направленность метаболизма в преджелудках согласуется с данными исследований по изучению физиологического действия комплекса пробиотиков (Романов, Боголюбова, 2020; Романов, Мишуков, 2021; Романов, 2022) и разработанного «защищенного» холина (Романов, Мишуков, 2023; Романов и др., 2024)..

Положительная направленность преджелудочного пищеварения вследствие использования КПХ способствовала улучшению показателей переваримости питательных веществ (табл. 4).

Установлено увеличение суммы переваренных питательных веществ, при положительной разнице в количестве переваренного сухого вещества ( $P<0,05$ ), в том числе протеина ( $P<0,05$ ), клетчатки ( $P<0,05$ ); жира и БЭВ. Улучшение переваримости структурных углеводов, в частности, клетчатки, напрямую связано с деятельностью полезных штаммов микроорганизмов в составе КПХ.. Полученные данные согласуются с увеличением видимой переваримости питательных веществ под действием пробиотического комплекса в ранее проведенных исследованиях (Романов, Боголюбова, 2020; Романов, Мишуков, 2021; Романов, 2022).

Таблица 4. Показатели видимой переваримости питательных веществ (M±m, n=3)

Показатели	Группы (породы)			
	Катадин (n=3)		Дорпер (n=3)	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Сухое вещество, г	732±24	833±24*	720±9	798±26*
Органическое вещество, г	684±23	787±22*	651±26	754±25*
Сырой протеин, г	91,1±1,2	97,0±1,7*	76,9±0,5	83,7±2,0*
Сырой жир, г	22,9±0,5	25,1±1,4	22,1±0,2	23,5±0,3
Сырая клетчатка, г	144±10	190±9*	155±6	198±8*
БЭВ, г	426±11	475±11*	423±5	449±15

Применение КПХ способствовало повышению ретенции азота (P<0,05) у обоих пород (табл. 5).

Таблица 5. Использование азота корма (M±m, n=3)

Показатели	Группы (породы)			
	Катадин		Дорпер	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Принято с кормом, г	22,2±0,3	23,3±0,3	19,0±0,3	20,4±0,4
Всего переварено, г	14,6±0,2	15,5±0,3*	12,3±0,1	13,4±0,3*
Видимая переваримость, %	65,8±0,3	66,5±0,2	64,7±0,4	65,8±0,2
Отложено в теле, г	7,20±0,21	8,13±0,18*	6,15±0,13	8,30±0,33*
Кэфф. использования, %	32,4±1,5	34,9±1,8*	32,3±0,7	40,8±2,2

Выявленные положительные сдвиги в направленности пищеварительных процессов вследствие применения КПХ сопровождались улучшением направленности обменных процессов (табл. 6). У животных обоих пород, получавших добавку КПХ, установлен более высокий уровень в сыворотке крови общего белка и альбуминов (P<0,05) на фоне более низкого уровня мочевины (P<0,05), и более высокого уровня креатинина (P<0,05), что свидетельствует об улучшении направленности азотистого обмена (табл. 6).

Таблица 6. Показатели биохимического состава сыворотки крови (M±m, n=3)

Показатель	Группы (породы)			
	Катадин		Дорпер	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Белок общий, г/л	65,0±0,7	67,2±0,4*	63,5±0,4	66,5±0,9*
Альбумины, г/л	26,7±0,4	28,7±0,4*	24,9±0,3	27,2±0,6*
Глобулины, г/л	38,3±0,9	38,5±0,5	43,1±0,5	43,6±1,4
А/Г коэффициент	0,70±0,02	0,75±0,02	0,65±0,01	0,69±0,03
Мочевина, мМ	5,69±0,34	4,20±0,25*	4,82±0,15	4,06±0,20*
Креатинин, мк	115±3	130±3*	120±2	129±2*
Билирубин общий, мкМ	4,05±0,21	2,90±0,33*	3,93±0,30	2,77±0,17*
Глюкоза, мМ	3,17±0,24	4,20±0,21*	3,12±0,08	3,61±0,15*
Триглицериды мМ	0,16±0,01	0,22±0,02*	0,16±0,01	0,21±0,01*
Холестерин, мМ	1,54±0,06	1,88±0,08*	1,87±0,02	1,95±0,03*
АЛТ, МЕ/л	21,0±1,4	22,7±0,9	20,4±0,9	22,6±0,9
АСТ, МЕ/л	73,2±2,2	71,1±1,1	89,8±2,2	86,9±2,4
Кэфф де Ритиса, АСТ/АЛТ	3,51±0,32	3,13±0,09	4,40±0,29	3,85±0,24
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	128±4	152±7*	86,3±4,1	102±4*

Также выявлены положительные сдвиги относительно контроля в направленности углеводно-жирового обмена (статистически значимые у породы дорпер и аналогичные

тенденции у породы катадин) при более высоком уровне глюкозы, щелочной фосфатазы, триглицеридов и холестерина, и сниженным уровнем билирубина.

О положительном действии КПХ свидетельствуют и данные морфологических показателей крови с тенденцией снижения количества лейкоцитов и повышение эритроцитов относительно контроля у обеих пород ( $P < 0,05$ ) (табл. 7).

Таблица 7. Показатели клеточного состава крови ( $M \pm m$ ,  $n=3$ )

Показатели	Группы (породы)			
	Катадин		Дорпер	
	Контроль	Опыт	Контроль	Опыт
Лейкоциты, $\times 10^9/\text{л}$	11,4 $\pm$ 0,6	9,8 $\pm$ 0,5	10,5 $\pm$ 0,6	9,1 $\pm$ 0,9
Эритроциты, $\times 10^{12}/\text{л}$	8,26 $\pm$ 0,44	9,78 $\pm$ 0,24*	9,49 $\pm$ 0,55	12,1 $\pm$ 0,7*
Гемоглобин, г/л	119 $\pm$ 5	127 $\pm$ 6	117 $\pm$ 1	141 $\pm$ 8*
Гематокрит, %	37,0 $\pm$ 1,5	39,9 $\pm$ 0,7	35,2 $\pm$ 0,8	40,6 $\pm$ 1,9

Полученные данные, свидетельствующие об улучшении направленности углеводно-жирового и белкового обмена под действием КПХ, согласуются с материалами исследований, свидетельствующими о положительных тенденциях в направленности метаболических процессов под действием пробиотических штаммов микроорганизмов и холина, в частности, при выраженном его липотропно-гепатопротекторном действии (Романов, Боголюбова, 2020; Романов, Хер Бек, 2021; Романов, Мишуров, 2021; Романов, 2022; Романов, Мишуров, 2023; Романов и др., 2023; Романов, Мишуров, 2024; Романов, 2024).

### Заключение

В проведенном исследовании пищеварительных и обменных процессов у овец при применении разработанного комплекса пробиотиков и отечественной «защищенной» формы холина в составе кормовой добавки КПХ, установлено улучшение показателей рубцового метаболизма, видимой переваримости питательных веществ корма, направленности углеводно-жирового и белкового обмена. Согласно полученным данным можно заключить о целесообразности практического применения разработанной добавки для жвачных животных для улучшения пищеварительных и обменных процессов в организме и повышения продуктивности.

### Список литературы

1. Алиев А.А. Обмен веществ у жвачных животных. М.: НИЦ Инженер, 1997, 420 с.
2. Ёылдырым Е. А., Лаптев Г. Ю., Ильина Л. А., Дуняшев Т.П. и др. Таксономическая и функциональная характеристика микробиоты рубца лактирующих коров под влиянием пробиотика целлюлобактерин. // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 6. С. 1204-1219.
3. Лаптев Г. Ю., Ильина Л. А., Солдатова В. И. Микробиом рубца жвачных: современные представления. // Животноводство России. 2018. № 10. С. 38-42.
4. Лаптев Г. Ю., Ёылдырым Е. А., Ильина Л. А., Новикова Н. И. Геномный и фенотипический потенциал антимикробной активности штамма бактерий *Bacillus megaterium* В-4801. // Сельскохозяйственная биология. 2020. Т. 55, № 4. С. 816–829.с.
5. Романов В.Н., Мишуров А.В., Рыков Р.А. Изучение особенностей метаболических процессов в организме овец при скормливании разработанной "защищенной" формы холин. // Ветеринария и кормление. 2024. № 4. С. 87-91. <https://doi.org/10.30917/АТТ-VK-1814-9588-2024-4-18>
6. Романов В.Н., Мишуров А.В. Молочная продуктивность коров при скормливании разработанной "защищенной" формы холин. // Молочное и мясное скотоводство. 2024. № 3. С. 52-55. <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.83.34.011>

7. Романов, В.Н., Боголюбова Н.В., Некрасов Р.В. Применение пробиотиков как способ оптимизации пищеварительных процессов и повышения продуктивности скота. // Мат. 5 межд. науч.-практ. конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве» 2010. Боровск. С.103-104.
8. Романов В. Н., Боголюбова Н. В., Чабаев М. Г., Некрасов Р. В. Оптимизация пищеварительных, обменных процессов и функций печени у молочного скота. Подольск–Дубровицы, ВИЖ. Дубровицы. 2015. 152 с.
9. Романов, В.Н., Боголюбова Н.В. Пищеварительные и обменные процессы в организме овец при включении в рацион пробиотика целлобактерин+. // Ветеринария и кормление 2020. № 3. С.35-39.
10. Романов В. Н., Хер Бек Али. Особенности пищеварительных и обменных процессов у овец при включении в рационы источника метилирования. // Овцеводство, козоводство, шерстное дело. 2021. № 2. С. 38-42.
11. Романов В.Н., Мишуrow А.В. Особенности пищеварительных процессов у овец при скармливании комплекса пробиотиков. // Овцы, козы, шерстяное дело. 2021. № 3. С 46-50.
12. Романов В.Н. Эффективность применения ассоциации пробиотиков в рационах овец. // Аграрная наука. 2022. № 9. С.37-41
13. Романов В. Н., Мишуrow А. В. Особенности пищеварительных и обменных процессов в организме овец при скармливании разработанной «защищённой» формы холина. // Кормопроизводство. 2023. № 7. С. 44-48.
14. Романов В.Н., Мишуrow А.В., Никанова Д.А. Эффективность скармливания холина в "защищенной" форме в послемолочный период выращивания телят. // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2023. Т. 24. № 5. С. 830-838. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.830-838>
15. Харитонов Е.Л. Экспериментально-прикладная физиология пищеварения жвачных животных. Подольск – Дубровицы, ВНИИФБиП, ВИЖ им. Л.К. Эрнста. 2019. 446 с.
16. Циеленс Э.А. Метаболизм холина и реакции переметилирования. // Рига: Знание, 1971. 368 с.
17. Irshad N., Firincioğlu Y.S. Supplementation of rumen-protective-choline and its role in dairy nutrition. // Journal of the Hellenic Veterinary Medical Society. 2022. Vol. 73. nr 2. P. 3921-3928. <https://doi.org/10.12681/jhvms.26914>
18. Jin Y., Li H., Wang H. Dietary rumen-protected choline supplementation regulates blood biochemical profiles and urinary metabolome and improves growth performance of growing lambs. // Anim. Biotechnol. 2021. <https://doi.org/10.1080/10495398.2021.1984247>
19. Kawa J.R., Garcia-Mazcorro J.F., Fimbres-Durazo H., Ortega-Cerrilla M.E. Effects of rumen-protected choline on growth performance, carcass characteristics and blood lipid metabolites of feedlot lambs. // Animals. 2020. Vol. 10. P. 1-9. <https://doi.org/10.3390/ani10091580>
20. Leal K.W., Alba D.F., Cunha M.G. et al. Effects of biocholine powder supplementation in ewe lambs: growth, rumen fermentation, antioxidant status, and metabolism. // Biotechn. Rep. 2021 Vol. 29. P. 12. <https://doi.org/10.1016/j.btre.2020.e00580>
21. Mahmoud E.Q., Shwayel M. Effect of adding choline chloride to the diet in milk production of Holstein cows. // IOP Conference Series Earth and Environmental Science. 2023. 1259(1). 012076 <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1259/1/012076>.
22. Nunes A.T., Takiya C.S., da Silva G.G. et al. Increasing doses of biocholine on apparent digestibility, ruminal fermentation, and performance in dairy cows. // Livestock Sci. 2022. Vol. 260. P. 35. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2022.104927>
23. Swartz T.H., Bradford B.J., Malysheva O. et al. Effects of dietary rumen-protected choline supplementation on colostrum yields, quality, and choline metabolites from dairy cattle. // JDS Commun. 2022. Vol. 3. P. 296-300. <https://doi.org/10.3168/jdsc.2021-0192>

#### References (for publications in Russian)

1. Aliev A.A. *Obmen veshchestv u zhvachnykh zhivotnykh* (Metabolism in ruminants). Moscow: NITs Inzhener, 1997. 420 pp.
2. Yildirim E.A., Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Dunnyashev T.P. et al. [Taxonomic and functional characteristics of the rumen microbiota of lactating cows under the influence of the probiotic cellobacterin]. *Sel'skokhozyaystvennaya biologiya* (Agricultural Biology). 2020. 55(6): 1204-1219.

3. Laptev G.Yu., Ilyina L.A., Soldatova V.I. [Rumen microbiome of ruminants: modern concepts]. *Zhivotnovodstvo Rossii* (Animal Husbandry of Russia). 2018. 10: 38-42.
4. Laptev G. Yu., Yildirim E. A., Ilyina L. A., Novikova N. I. Genomic and phenotypic potential of antimicrobial activity of the bacterial strain *Bacillus megaterium* B-4801]. *Sel'skokhozyaistvennaya biologiya* (Agricultural biology). 2020. 55(4): 816-829.
5. Romanov V.N., Mishurov A.V., Rykov R.A. [Study of the features of metabolic processes in the body of sheep when feeding the developed "protected" form of choline]. *Veterinariya i kormlenie* (Veterinary science and feeding). 2024. 4: 87-91. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2024-4-18>
6. Romanov V.N., Mishurov A.V. [Milk productivity of cows when feeding the developed "protected" form of choline]. *Molochnoe i myasnoe skotovodstvo* (Dairy and beef cattle breeding). 2024. 3: 52-55. <https://doi.org/10.33943/MMS.2024.83.34.011>
7. Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Nekrasov R.V. [Use of probiotics as a way to optimize digestive processes and increase livestock productivity]. In: *Mat. 5 mezhd. nauch.-prakt. konf. «Aktual'nye problemy biologii v zhivotnovodstve»* (Proc. 5 Int. scientific-practical. conf. "Actual problems of biology in animal husbandry"). Borovsk. 2010. P. 103-104.
8. Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Chabaev M.G., Nekrasov R.V. *Optimizatsiya pishchevaritel'nykh, obmennykh protsessov i funktsii pecheni u molochnogo skota* (Optimization of digestive, metabolic processes and liver functions in dairy cattle). Podolsk – Dubrovitsy, 2015. 152 pp.
9. Romano, V.N., Bogolyubova N.V. [Digestive and metabolic processes in the body of sheep when including the probiotic cellobacterin+ in the diet]. *Veterinariya i kormlenie* (Veterinary Science and Feeding ). 2020. 3: 35-39.
10. Romanov V.N., Her Bek Ali. [Features of digestive and metabolic processes in sheep when including a methylation source in the diet]. *Ovtsevodstvo, kozovodstvo, sherstnoe delo* (Sheep breeding, goat breeding, wool business). 2021. 2: 38-42.
11. Romanov V.N., Mishurov A.V. [Features of digestive processes in sheep when feeding a complex of probiotics]. *Ovtsevodstvo, kozovodstvo, sherstnoe delo* (Sheep breeding, goat breeding, wool business). 2021. 3: 46-50.
12. Romanov V.N. Efficiency of using an association of probiotics in sheep diets. *Agrarnaya nauka* (Agrarian science). 2022. 9: 37-41.
13. Romanov V.N., Mishurov A.V. [Features of digestive and metabolic processes in the body of sheep when feeding the developed "protected" form of choline]. *Kormoproizvodstvo* (Forage production). 2023. 7: 44-48.
14. Romanov V.N., Mishurov A.V., Nikanova D.A. [Efficiency of feeding choline in a "protected" form during the post-milk period of growing calves]. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka* (Agrarian science of the Euro-North-East). 2023. 24(5): 830-838. <https://doi.org/10.30766/2072-9081.2023.24.5.830-838>
15. Kharitonov, E.L. *Eksperimental'no-prikladnaya fiziologiya pishchevareniya zhvachnykh zhivotnykh* (Experimental and applied physiology of digestion of ruminants). Podol'sk – Dubrovitsy, VNIIFBiP, Prod., 2019. 446 pp.
16. Tsielens, E.A. *Metabolizm kholina i reaktsii peremetilirovaniya* (Choline metabolism and transmethylation reactions). Riga: Znanie, 1971. 368 pp.

#### *Финансирование исследования.*

Работа выполнена в рамках гос. задания Министерства высшего образования и науки (регистрационный № НИОКТР АААА-А18-118021590136-7).

UDC 612.015.3:636.3.087.8:579.8

**Metabolic effects of feeding a complex of probiotics  
and "protected" choline in meat sheep**

Romanov V.N., Iolchiev R.B., Mishurov A.V.

*Ernst Federal Research Center for Animal Husbandry, Podolsk-Dubrovitsy,  
Moscow oblast, Russian Federation*

**ABSTRACT.** A current area of research in the field of ruminant nutrition is the study of the physiological effects of choline, as a powerful lipotropic and hepatoprotective agent, and probiotics. In studies conducted using the group-period method on wethers of the Katahdin breed (WK) with imposed rumen fistulas ( $n = 3$ ) and on Dorper lambs (LD) with an average live weight of 30 kg ( $n = 3$ ), the effectiveness of adding a complex of probiotics and a "protected" form of choline (CPCh) in a weight ratio of 30:70% was studied. In all observation periods (before feeding, 3 and 5 hours after feeding), WK showed an increase vs the control in microbial mass ( $P < 0.05$ ), the concentration of VFA in the rumen fluid ( $P < 0.01$ ) and the amylolytic activity of the rumen contents. Under the influence of CPCh, an increase in the activity of alkaline phosphatase ( $P < 0.05$ ), concentration of triacylglycerols ( $P < 0.05$ ) and cholesterol ( $P < 0.05$ ) was revealed in the blood serum of WK and LD compared to control, with a decrease in the bilirubin level ( $P < 0.05$ ). The use of CPCh contributed to an increase in nitrogen retention ( $P < 0.05$ ) in both breeds. Concluded that the identified positive changes in the digestive and metabolic processes in sheep when fed CPCh provide grounds for concluding that it is advisable to conduct additional studies for the practical use of the developed additive for productive ruminants.

*Keywords: wethers, lambs, feed additives, probiotics, choline, rumen metabolism, nitrogen retention, digestibility, blood biochemistry.*

*Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh (Productive Animal Biology). 2025. 3: 72-80.*

Поступило в редакцию: 20.01.2025

Получено после доработки: 20.09.2025

Сведения об авторах:

**Романов Виктор Николаевич**, к.б.н., тел. 8(985)277-20-37; romanoff-viktor51@yandex.ru

**Иолчиев Рустам Байларович**, асп., тел. 8(977)128-01-80

**Мишуров Алексей Владимирович**, к. с.-х. н., тел. 8(915)169-99-66