

## ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНОЙ ДОБАВКИ НА ОСНОВЕ ПРОБИОТИКА И ШУНГИТА У ОВЕЦ И РАСТУЩИХ БЫЧКОВ

Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Мишуров А.В., Рыков Р.А.

*Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ им. академика Л.К. Эрнста, Подольск, Российская Федерация*

Физиологические эффекты скармливания биологически активной добавки на основе пробиотика и шунгита изучали в двух опытах: на овцах с фистулами рубца ( $n=6$ , возраст 24 месяца, живая масса 35-40 кг) и на двух группах доращиваемых бычков чёрно-пёстрой породы ( $n=8$ , постановочный возраст 10-12 мес., живая масса 298 кг). В контрольном периоде овцы в течение 30 дней получали основной рацион, в опытном периоде в рацион дополнительно вводили добавку ЦБШ, включающую пробиотический препарат «Целлобактерин+» в количестве 3 г, разработанный в ООО «Биотроф» на основе спорообразующего штамма *Enterococcus faecium* 1-35 с титром бактерий не менее  $10^6$  КОЕ/мг, и шунгит (фракции до 1 мм) в количестве 7 г в сутки. Проведены балансовые опыты для определения переваримости питательных веществ корма, изучены в динамике характеристики рубцовой жидкости. При включении в рацион добавки ЦБШ установлены положительные сдвиги в рубцовом метаболизме в сравнении с контрольной группой; выявлено повышение концентрации летучих жирных кислот на 8,2% в период до кормления, на 14,6% ( $P<0,001$ ) через 3 и на 19,1% ( $P<0,001$ ) через 5 ч после кормления, повышение амилолитической активности рубцового содержимого на 30,8% ( $P<0,01$ ), более высокое образование микробальной массы ( $P<0,05$ ). В опытной группе отмечена синхронная тенденция повышения переваримости питательных веществ корма, особенно сырой клетчатки ( $P<0,05$ ). В опыте на растущих бычках животные опытной группы в дополнение к основному рациону получали в течение 100 дней добавку ЦБШ в количестве 20 г Цб+ и 30 г шунгита на голову в сутки. Оценивали приросты живой массы и показатели биохимического состава сыворотки крови. В конце эксперимента в опытной группе отмечено повышение уровня общего белка ( $P<0,05$ ) и глюкозы ( $P<0,05$ ), на фоне снижения концентрации общего билирубина и холестерина ( $P<0,05$ ) в сравнении с контролем. Применение комплекса пробиотик+шунгит способствовало повышению суточного прироста живой массы бычков на 12,9% ( $P<0,05$ ). Заключение о целесообразности применения исследованного комплекса пробиотического препарата и шунгита в кормлении жвачных.

*Ключевые слова: овцы, растущие бычки, биологически активные добавки, пробиотики, шунгит, рубцовый метаболизм, интенсивность роста*

*Проблемы биологии продуктивных животных, 2019, 2:54-63*

### **Введение**

Разработка и применение способов нормализации физиологических процессов в организме животных в условиях интенсивных технологий целесообразны для более полной реализации генетического потенциала продуктивности. Недостаточная сбалансированность рационов по основным питательным и биологически активным веществам, низкое качество кормов, негативное действие ксенобиотиков вызывают нежелательные изменения и нарушения физиологических процессов в организме, что приводит к метаболическим заболеваниям, снижению продуктивности и качества получаемой продукции.

В качестве общеукрепляющих и профилактических мер, способствующих повышению адаптивных возможностей животных и стимуляции физиологических функций, используются

различные средства – биокорректоры пищеварительных и обменных процессов в организме, разрабатываемые на основе современных био- и нанотехнологий.

Для жвачных животных особый интерес представляет применение методов, способствующих улучшению преджелудочного пищеварения, повышению переваримости и использованию питательных веществ кормов, в частности, применение препаратов ферментно-пробиотического действия. К настоящему времени установлена эффективность использования в животноводстве различных штаммов микроорганизмов амило-протео-целлюлозолитического действия (Панин, Малик, 2006; Романов и др., 2010; Боголюбова, Frizzoa et al., 2011; Некрасов, 2017)

Ранее в наших исследованиях было установлено, что препарат Целлобактерин Т (штамм *Bacillus pantothenicus* 1-85) оказывает положительное действие на процессы преджелудочного пищеварения, повышает переваримость питательных веществ кормов, оказывает влияние на обменные процессы в организме жвачных животных, повышает интенсивность роста молодняка, а также молочную продуктивность коров (Романов и др., 2011). В настоящее время особый научно-практический интерес представляет новый отечественный пробиотик целлобактерин+, разработанный в ООО «Биотроф» на основе спорообразующего штамма *Enterococcus faecium* 1-35 с титром бактерий не менее  $10^6$  КОЭ/мг. По показателям вирулентности, токсичности и токсигенности пробиотик удовлетворяет требованиям, предъявляемым к промышленным микроорганизмам.

Учитывая негативное влияние на животный организм экзогенных ксенобиотиков и эндогенных токсических продуктов метаболизма, представляется целесообразным применение физиологически активных веществ энтеросорбирующего действия, облегчающих антитоксическую функцию печени. Одним из высокоэффективных соединений этого типа является уникальный отечественный природный минерал шунгит, обладающий антиоксидантным, антиоксидантным, иммуномодулирующим и биостимулирующим действием (Калинин, 2007; Панов и др., 2007; Frizzoa et al., 2011)

Установлено, что шунгит, являющийся источником ряда макро- и микроэлементов, содержит в своем составе фуллерены. Это третья, помимо алмаза и графита, недавно открытая аллотропная форма углерода. Фуллерены построены из пятиугольников и шестиугольников, образующих пустотелую сферу, в вершинах которой лежат атомы углерода. В составе шунгита около 30% занимает шунгитовый углерод, около 70% силикаты – соли кремневой кислоты с многочисленными макро- и микроэлементами, и небольшое количество фуллерена C<sub>60</sub>. Наличие фуллеренов в шунгите придаёт минералу уникальные свойства (Пиотровский, 2005; Честнова, 2005; Пиотровский, Киселев, 2006; Серегина, Rozhkova, 2010; Пономарев, Фролова, 2013). Применение шунгита в рационах животных и птицы способствует стимуляции роста, сохранности поголовья, повышению иммунного статуса организма (Тремасова, 2014). Включение шунгита в корм животных, страдающих ожирением и морфологическими изменениями в печени, способствовало улучшению морфофункциональных показателей и нормализации массы тела животных при избыточном отложении жира (Попова и др., 2017). В ранее проведенных нами физиологических исследованиях на модельных фистульных животных и в научно-производственных опытах на крупном рогатом скоте выявлено положительное действие шунгита на пищеварительные, обменные процессы в организме жвачных животных и их продуктивность (Боголюбова и др., 2013, 2017). Получен патент на способ регулирования продуктивности с использованием добавки шунгита в рационах для жвачных животных (Боголюбова и др., 2015). Этот способ включал введение в основной рацион жвачных животных (овец и коров) шунгита Зажогинского месторождения Карелии (фракции до 1 мм), производства ООО НТП «Карбон-шунгит», из расчета 0,3-1,5 % в сутки от массы сухого вещества. В составе использованной добавки 72% минеральных веществ в виде оксидов макро- и микроэлементов и 28% углерода.

Цель данной работы – изучение процессов рубцового пищеварения и переваримости питательных веществ корма овец, биохимического состава крови и продуктивных

показателей у растущих бычков при включении в состав рациона комплекса– пробиотик целлобактерин +шунгит.

### Материал и методы

В условиях вивария института было проведено два эксперимента – на овцах и на растущих бычках. Первый опыт проведен методом периодов на объединённой группе овец романовской породы и гибридов романовской породы и архара (n=6, возраст 24 мес., живая масса 35-40 кг), прооперированных с наложением фистулы рубца по Басову. В первый (контрольный) период животные получали основной рацион, состоящий из дерти ячменно-пшеничной и сена ежи сборной, с общей питательностью 13,2 МДж ОЭ (1,32 ЭКЕ) и содержанием 180 г протеина, 40 г жира, 380 г клетчатки. Во второй (опытный) период овцы в дополнение к основному рациону получали добавку комплекса – пробиотик целлобактерин + шунгит (ЦбШ), в составе которой 3 г Цб+ и 7 г шунгита в сутки. Продолжительность каждого периода составляла 30 дней, с проведением балансового опыта в конце каждого периода и изучением переваримости и использования питательных веществ кормов на основе общепринятых методик (Овсянников, 1976). В основном рационе, остатках кормов и экскрементах было определено содержание сухого вещества и влаги – по ГОСТ Р 54951; ГОСТ 31640; сырого протеина – по ГОСТ 32044.1; сырого жира – по ГОСТ 32905-2014; сырой клетчатки – по ГОСТ ISO 6865-2015; сырой золы – по ГОСТ 32933-2014; общего кальция – по ГОСТ 32904-2014; неорганического фосфора – по ГОСТ Р 51420-99; ЭКЕ, БЭВ и переваримого протеина – расчётным путем.

Для изучения динамики преджелудочного пищеварения в конце периодов были отобраны пробы рубцового содержимого до- и через 3 и 5 ч. после кормления. В содержимом рубца определяли рН на приборе Аквилон-410; общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама; аммиачный азот – микродиффузионным методом по Конвею; амилолитическую активность – фотометрическим методом; количество биомассы простейших и бактерий в рубцовом содержимом – методом дифференцированного центрифугирования (Курилов, 1987).

Опыт на 2-х группах бычков на дорастивании (n=8) чёрно-пестрой голштинизированной породы (контрольная и опытная) проводился в течение 100 дней при постановочном возрасте 10-12 мес. с живой массой 298 кг, содержащихся беспривязно в зимне-стойловый период на открытых площадках в условиях естественных зимних температур воздуха. Животные получали сено-концентратный рацион из расчёта в среднем за период опыта 4,5 кг зерновой дерти (ячмень 70% + пшеница 30%) и сена ежи сборной по поедаемости, от 3,5 кг на голову в сутки. Бычкам опытной группы ежедневно задавали кормовую добавку ЦбШ, в составе которой 20 г Цб+ и 30 г шунгита. Ежемесячно оценивали зоотехнические показатели (валовый и среднесуточный прирост живой массы) путём взвешивания животных. В конце опыта отбирали пробы крови из хвостовой вены через 3 часа после кормления (n=5). В пробах сыворотки крови определяли концентрацию общего белка (биуретовым методом), альбумина (колориметрическим методом), мочевины (ферментативным колориметрическим методом по Бертелоту), креатинина (кинетическим методом Яффе), глюкозы (глюкозоксидазным методом), холестерина (ферментативно-колориметрическим методом), общего кальция (с О-крезолфталеин-комплексом), неорганического фосфора (колориметрическим методом), магния (колориметрическим методом), железа (колориметрическим методом), хлоридов (колориметрическим методом с использованием тиоцианата), активности аланинаминотрансферазы (АЛТ) (УФ-кинетическим методом), аспаратаминотрансферазы (АСТ) (УФ-кинетическим методом), щелочной фосфатазы (кинетическим методом). Анализы проводили на автоматическом биохимическом анализаторе ChemWell (AwarenessTechnology, США) с использованием реактивов фирм Analyticon Biotechnologies AG (Германия) и Spinreact (Испания) в отделе физиологии и биохимии с/х животных ВИЖа. В образцах крови также определяли количество лейкоцитов,

эритроцитов, гемоглобин и гематокрит на анализаторе ABC VET (Horiba ABZ, Франция).

### Результаты и обсуждение

При проведении опыта на овцах в учётный период регистрировали количество заданных кормов и их остатков. Установлено, что при одинаковом потреблении концентратов, у животных, получавших в составе рациона ЦБШ, повысилось потребление сухого вещества на 4,6, сырого протеина на 4,9, сырого жира на 3,1, сырой клетчатки на 20,2% за счёт увеличения потребления сена (табл. 1). При этом в структуре потреблённых питательных веществ в составе кормов рациона установлено некоторое увеличение потребления сырой клетчатки. Увеличение потребления питательных веществ в составе кормов рациона у животных, получавших ЦБШ, было обусловлено изменениями в пищеварительных процессах под действием добавки. Подтверждением этому являются полученные данные о положительных сдвигах в показателях направленности преджелудочного пищеварения (табл. 2).

Таблица 1. Состав и питательность рационов в эксперименте на овцах

Корма	Группы (n=6)			
	контрольная	опытная		
Сено, кг	1,5	1,5		
Дерть ячменная, кг	0,3	0,3		
Соль лизунец	+	+		
ЦБШ	---	0,1		
В рационе содержится (по фактически потребленным кормам):				
	Кол-во	%	Кол-во	%
Обменной энергии, МДж	9,59		10,16	
Сухого вещества, г	954,3	100,0	998,0	100,0
Органического вещества, г	876,9	91,9	920,1	92,1
Сырого протеина, г	96,0	10,1	100,7	10,1
Сырого жира, г	16,1	1,7	16,6	1,7
Сырой клетчатки, г	193,6	20,3	232,8	23,3
БЭВ, г	571,2	59,9	570,0	57,0
Сырой золы, г	77,4	8,0	77,9	7,9
Кальция, г	5,6		5,7	
Фосфора, г	3,1		3,2	

Выявлено, что значения рН рубцового содержимого как до-, так и после кормления были ниже у животных опытной группы, что связано с более интенсивным образованием летучих жирных кислот (ЛЖК). Концентрация этих метаболитов в рубце у овец опытной группы составила через 3 ч. после кормления 151,7 против 121,3 мМ в контроле (выше на 14,6%) ( $P < 0,001$ ); через 5 ч. – 143,3 против 120,3 мМ ( $P < 0,001$ ) на фоне более высокой концентрации ЛЖК до кормления (на 8,2%).

У животных, получавших ЦБШ, выявлен более высокий уровень образования аммиака и повышенное содержание микробиальной массы ( $P < 0,05$ ). Следует отметить значительное повышение амилалитической активности рубцового содержимого у животных, получавших добавку (выше на 30,8%,  $P < 0,01$ ). Значительные изменения показателей рубцового метаболизма, в частности, более высокие уровни образования аммиака, ЛЖК и рост амилалитической активности обусловлены увеличением образования массы бактерий и простейших, и соответственно – их суммы, под влиянием ЦБШ (табл. 3).

Так, до кормления масса бактерий в содержимом рубца животных, получавших ЦБШ, была выше на 16,9%, простейших – на 15,8% при более высоком уровне образования массы бактерий через 3 ч. после кормления – на 22,3% ( $P < 0,05$ ), простейших – на 27,1% ( $P < 0,05$ ) и общей массы симбионтных микроорганизмов – на 25,0%.

Таблица 2. Динамика показателей рубцового метаболизма у овец (n=6)

Группы (n=6)	Время взятия проб, часы		
	До кормления	После кормления	
		3	5
	рН рубцового содержимого		
Контроль	6,67±0,07	6,45±0,08	6,55±0,06
Опыт	6,63±0,03	6,40±0,04	6,49±0,08
	ЛЖК в рубцовой жидкости, мМ		
Контроль	85,4±1,5	121,3±1,7	120,3±1,4
Опыт	88,9±1,7	151,7±0,2***	14,3±1,9***
Опыт% к контролю	104,1	125,1	191
	Аммиак в рубцовой жидкости (мг%)		
Контроль	10,33±0,59	17,34±2,14	13,77±3,19
Опыт	11,18±0,65	19,87±1,66	16,08±2,17
Опыт % к контролю	108,2	114,6	116,8
	Амилолитическая активность после кормления (Е/мл)		
Контроль		14,33±0,57	
Опыт		18,74±0,77**	
Опыт % к контролю		130,8	

Примечание: здесь и далее в таблицах: \*P <0,05; \*\* P <0,01, \*\*\*P<0,001 по t-критерию при сравнении с контролем.

Таблица 3. Содержание микробальной массы в жидкости рубца (n=6)

Группы	В 100 мл рубцового содержимого, мг					
	До кормления			Через 3 ч. после кормления		
	бактерии	простейшие	всего	бактерии	простейшие	всего
Контроль	389±19	533±39	922,2	487±15	619±37	1106
Опыт	455±19	618±31	1073	596±18*	787±21*	1383
% к контролю	116,9	115,8	116,3	122,3	127,1	125,0

В целом, положительные изменения в направленности процессов преджелудочного пищеварения вследствие применения ЦБШ нашли отражение в синхронной тенденции увеличения переваримости питательных веществ корма, при этом переваримость сырой клетчатки увеличилась в наибольшей степени (на 26,2%, P<0,05) (табл. 4).

Таблица 4. Переваримость питательных веществ кормов

Показатель	Группы			
	контрольная		опытная	
	г	%	г	%
Сухое вещество	667±23	69,8	700±33	70,1
Органическое вещество	631±23	71,9	671±32	72,6
Сырой протеин	63,2±1,2	65,8	67,6±1,8	67,1
Сырой жир	10,6±0,13	65,9	11,2±0,2	67,0
Сырая клетчатка	126±6	64,9	159±11*	68,2
БЭВ	431±13	75,5	433±19	75,6

Соответственно, коэффициенты переваримости питательных веществ были более высокими у животных, получавших добавку, при значительном повышении коэффициента переваримости клетчатки под влиянием добавки – на 3,3 абс.%.

На фоне увеличения потребления азота в составе кормов (разница 4,9%) и повышения переваримости у животных, получавших ЦБШ, отложение азота в теле было выше на 16,4%, при соотношении использованного к принятому 48,8% против 44,0% в контроле.

При проведении опыта на бычках выявлена положительная динамика изменения живой массы доращиваемых бычков, обусловленная физиологическим действием шунгита и пробиотика. Дополнительный прирост живой массы за 100 дней опыта составил в контрольной группе  $74,2 \pm 3,4$  кг, в опытной –  $84,6 \pm 2,0$  кг, при среднесуточном приросте живой массы  $742 \pm 34$  и  $846 \pm 20$  г, соответственно, с разницей 12,9% ( $P < 0,05$ ). Положительные изменения в динамике живой массы животных опытной группы были обусловлены физиологическим действием ЦБШ, оказавшим влияние на метаболические процессы в организме бычков.

Скармливание добавки оказало благоприятное влияние на состояние азотистого обмена, судя по повышению концентрации общего белка (на 5,5%,  $P < 0,05$ ), с тенденцией повышения уровня альбуминов и глобулинов (табл. 5).

Таблица 5. Биохимические показатели в сыворотке крови бычков в конце эксперимента (n=5)

Показатель	Группы		
	контроль	Опыт	% к контролю
Общий белок, г/л	$76,92 \pm 1,14$	$81,18 \pm 0,43^*$	105,5
Альбумины, г/л	$30,82 \pm 0,32$	$33,06 \pm 0,34^{**}$	107,3
Глобулины, г/л	$46,10 \pm 0,65$	$47,12 \pm 0,60$	102,2
А/Г	0,67	0,70	-
Мочевина, мМ	$2,70 \pm 0,30$	$2,46 \pm 0,07$	91,1
Креатинин, мМ	$104 \pm 11$	$111 \pm 6$	107,0
Билирубин общий, мМ	$1,38 \pm 0,24$	$1,08 \pm 0,19$	78,3
АЛТ, МЕ/л	$26,17 \pm 1,43$	$24,63 \pm 1,63$	94,1
АСТ, МЕ/л	$73,53 \pm 1,61$	$71,76 \pm 4,56$	97,6
Щелочная фосфатаза, МЕ/л	$352 \pm 14$	$306 \pm 13^*$	87,0
Глюкоза, мМ	$4,71 \pm 0,12$	$5,31 \pm 0,22^*$	112,7
Холестерин, мМ	$3,42 \pm 0,09$	$2,62 \pm 0,08^{***}$	76,6
Кальций, мМ	$2,64 \pm 0,06$	$2,73 \pm 0,04$	103,4
Фосфор, мМ	$3,32 \pm 0,28$	$3,07 \pm 0,41$	92,5
Эритроциты, $10^{12}/л$	$11,85 \pm 0,39$	$13,40 \pm 0,57$	113,0
Лейкоциты, $10^9/л$	$10,07 \pm 0,40$	$10,25 \pm 1,30$	101,8
Гемоглобин, г/л	$98,5 \pm 1,9$	$103,9 \pm 2,0$	105,6
Гематокрит, %	$42,65 \pm 1,03$	$43,13 \pm 0,93$	101,1

Об улучшении азотистого обмена под влиянием добавки свидетельствует и снижение уровня мочевины на 8,9%. Концентрация креатинина в сыворотке крови бычков, получавших добавку, была выше, чем в контроле на 7,0%, что может служить косвенным свидетельством о большей массе скелетных мышц у бычков опытной группы, поскольку креатин содержится в основном в мышечной ткани и из него в ходе неферментативной реакции образуется креатинин.

Уровень глюкозы в крови является одним из важнейших параметров, характеризующих углеводный обмен. В сыворотке крови бычков, получавших добавку, уровень глюкозы был на 12,7% выше ( $P < 0,05$ ), что может свидетельствовать о более высокой энергообеспеченности организма.

По содержанию в крови Са, Р и активности аминотрансфераз значительных межгрупповых различий не отмечено, исследованные показатели находилась в пределах физиологической нормы. Снижение уровня билирубина на 21,7%, и уровня холестерина на 23,4% ( $P < 0,05$ ) в сыворотке крови животных, получавших ЦБШ, может косвенно свидетельствовать об улучшении функциональной деятельности печени. По гематологическим показателям выявлен более высокий уровень эритроцитов (на 13,0%), а также гемоглобина на 5,6% в крови бычков, потреблявших добавку.

Результаты полученных исследований свидетельствуют о целесообразности

применения минерально-пробиотических комплексов в качестве биологически активной кормовой добавки для жвачных. Особенный интерес при этом представляет применение шунгита, обладающего широким спектром биологических эффектов, связанных с эффектами фуллерена на клетки, бактерии и целые организмы. При имеющемся большом объёме опубликованных био-нанотехнологических работ в этой области, ощущается недостаток исследований, в том числе имеющих практический выход в области био-медицинских технологий. Проведенное нами исследование в определённой степени дополняет имеющиеся научно-практические данные, и свидетельствует о целесообразности продолжения работы в области использования отечественных кормовых ресурсов естественных биоценозов.

### Заключение

Данные физиологических исследований, полученные на фистульных животных, свидетельствуют об улучшении пищеварительных процессов в организме жвачных при включении в состав рациона комплекса биологически активных веществ – пробиотического препарата целлобактерин+ и минерала шунгит (ЦБШ). Применение биологически активной комплексной добавки в опыте на растущих бычках способствовало повышению среднесуточного прироста живой массы на 12,9% ( $P < 0,05$ ) на фоне улучшения показателей биохимического статуса крови. Результаты исследования свидетельствуют о целесообразности применения добавки ЦБШ в рационах для молодняка крупного рогатого скота с целью повышения переваримости питательных веществ кормов, улучшения обменных процессов и повышения приростов живой массы.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Калинин Ю.К., Воробьева С.В. Способ регулирования продуктивности жвачных животных: патент РФ. – № 2014138202. – 2015.
2. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А. Повышение продуктивности жвачных с использованием минерала шунгит // Доклады ТСХА. – 2016. – Вып. 288. – Ч. I. – С. 282-286.
3. Боголюбова Н.В., Романов В.Н., Девяткин В.А., Калинин Ю.К. Использование минерала шунгит в рационах жвачных животных. – Подольск-Дубровицы: изд. ВИЖ, 2017. – 42 с.
4. Калинин Ю.К. (Ред.). Шунгиты и безопасность жизнедеятельности человека. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 126 с.
5. Курилов Н.В. (Ред.). Изучение пищеварения у жвачных. – Боровск: изд. ВНИИФБиП, 1987. – 104 с.
6. Некрасов Р.В. Эффективность использования пробиотических комплексов нового поколения в комбикормах для крупного рогатого скота и свиней: автореф. дисс... д.с.-х.н. – Дубровицы, ВИЖ, 2017. – 43 с.
7. Овсянников А.И. Основы опытного дела в животноводстве. – М.: Колос, 1976. – 304 с.
8. Панин А.Н., Малик Н.И. Пробиотики – неотъемлемый компонент рационального кормления животных // Ветеринария. – 2006. – №7. – С.19-22.
9. Панов П.Б., Калинин А.И., Сороколетова Е.Ф., Кравченко Е.В., Плахотская Ж.В., Андреев В.П. – Использование шунгитов для очистки питьевой воды. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. – 103 с.
10. Пиотровский Л.Б. Фуллерены в биологии и медицине: проблемы и перспективы // В кн.: Фундаментальные направления молекулярной медицины. – СПб–Росток: Наука, 2005. – С. 195-268.
11. Пиотровский Л.Б., Киселев О.И. На пути к наномедицине // В кн.: Фуллерены в биологии. – СПб.–Росток: Наука, 2006. – С. 257-258.
12. Пономарев А.П., Фролова Л.В. Феномен воздействия водных экстрактов шунгита на микроорганизмы // Прикладная аналитическая химия. – 2013. – Т. 4. – № 1. – С. 10-18.
13. Попова Ю.Р., Атлас Е.Е., Попова Ю.Р. Коррекция морфофункционального состояния печени при ожирении // Вестник новых медицинских технологий, электронный журнал. – 2017 – № 2. DOI: 10.12737/article\_593f9b997238e9.07094355
14. Романов В.Н., Боголюбова Н.В., Некрасов Р.В. Применение пробиотиков как способ оптимизации пищеварительных процессов и повышения продуктивности скота // Мат. 5-й межд. науч.-практ.

- конф. «Актуальные проблемы биологии в животноводстве». – Боровск: изд. ВНИИФБиП, 2010. – С. 103-104.
15. Романов В.Н., Воробьева С.В., Двалишвили В.Г., Дуборезов В.М., Чабаев М.Г., Некрасов Р.В., Иванова Г.В., Лаптев Г.Ю., Ильина Л.А. Использование пробиотика «Целлобактерин Т» в кормлении жвачных животных. – Подольск-Дубровицы: изд. ВИЖ, 2011. – 52 с.
  16. Серегина Н.В., Честнова Т.В. Ингибирование протеолитических и сахаролитических ферментов *Pseudomonas Aeruginosa* под действием экстракта шунгита // Вестник новых медицинских технологий. – 2008. – Т. 15. – № 4. – С. 167-168.
  17. Трemasова А.М. Фармако-токсикологическое обоснование использования природного минерала шунгит и препаратов на его основе, наносорбентов полисорбин и полисорб в ветеринарии: автореф. дисс... д.б.н. – Казань, 2014. – 25 с.
  18. Хромушин В.А., Честнова Т.В., Платонов В.В., Хадарцев А.А., Киреев С.С. Шунгиты, как природная нанотехнология (обзор) // Вестник новых медицинских технологий. – 2014. – № 1. – С. 3-14. <<http://www.medtsu.tula.ru/VNMT/Bulletin/E2014-1/5039.pdf>>
  19. Andrievsky G.B., Bruskov V.I., Tykhomyrov A.A. et al. Peculiarities of the antioxidant and radioprotective effects of hydrated C60 fullerene nanostructures in vitro and in vivo // *Free Radical Biology and Medicine*. – 2009. – Vol. 47. – P.786-793.
  20. Frizzoa L.S., Zbruna M.V., Sotoa L.P., Signorinib M.L. Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials // *Anim. Feed Sci. Technol* – 2011. –Vol. 169. – No. 3-4. – P. 147-156. <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.06.009>>
  21. Ma Easter Joy Sajo, Cheol-Su Kim, Soo-Ki Kim, Kwang Yong Shim, Tae-Young Kang, Kyu-Jae Lee. Antioxidant and anti-inflammatory effects of shungite against ultraviolet irradiation-induced skin damage in hairless mice // *Oxid. Med. Cell. Longev.* – 2017. – 13. 7340143. DOI: 10.1155/2017/7340143
  22. Rozhkova N.N., Emelyanova G.I., Gorlenko L.E., Jankowska A., Korobov M.V., Lunin V.V. Structural and physico-chemical characteristics of shungite nanocarbon as revealed through modification. *Smart Nanocomposites*. – 2010 – Vol. 1. – No. 1. – P. 71-90.

#### REFERENCES

1. Andrievsky G.B., Bruskov V.I., Tykhomyrov A.A. et.al. Peculiarities of the antioxidant and radioprotective effects of hydrated C60 fullerene nanostructures in vitro and in vivo. *Free Radical Biology and Medicine*, 2009, 47: 786-793.
2. Frizzoa L.S., Zbruna M.V., Sotoa L.P., Signorinib M.L. Effects of probiotics on growth performance in young calves: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2011, 169(3-4): 147-156. <<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2011.06.009>>
3. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Devyatkin V.A., Kalinin Yu.K., Vorob'eva S.V. *Sposob regulirovaniya produktivnosti zhvachnykh zhivotnykh* (The method of regulating the productivity of ruminants). Patent RF. No. 2014138202, 2015.
4. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Devyatkin V.A. Improving the productivity of ruminants using shungite mineral. *Dokl. TSKhA - Proc. Timiryazev Agric. Acad.* 2016, 288(1): 282-286.
5. Bogolyubova N.V., Romanov V.N., Devyatkin V.A., Kalinin Yu.K. *Ispol'zovanie minerala shungit v ratsionakh zhvachnykh zhivotnykh* (The use of shungite mineral in the diets of ruminants). Dubrovitsy: VIZh Publ., 2016, 42 p.
6. Kalinin Yu.K. (Ed.). *Shungity I bezopasnost' zhiznedeyatel'nosticheloveka* (Shungites and human life safety). Petrozavodsk: Karel'skii Sci. Center RAS, 2007, 126 p.
7. Khromushin V.A., Chestnova T.V., Platonov V.V., Khadartsev A.A., Kireyev S.S. [Shungites, as natural nanotechnology: a review]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii - Journal of New Medical Technologies*. 2014, 1: 3-14.
8. Kurilov N.V. (Ed.). *Izuchenie pishchevareniya u zhvachnykh* (Digestion study in ruminants). Bоровск: VNIIFBiP Publ., 1987, 104 p.
9. Ma Easter Joy Sajo, Cheol-Su Kim, Soo-Ki Kim, Kwang Yong Shim, Tae-Young Kang, Kyu-Jae Lee. Antioxidant and anti-inflammatory effects of shungite against ultraviolet b irradiation-induced skin damage in hairless mice. *Oxid. Med. Cell. Longev.* 2017, 13. doi: 10.1155/2017/7340143
10. Nekrasov R.V. *Effektivnost' ispol'zovaniya probioticheskikh kompleksov novogo pokoleniya v kombikormakh dlya krupnogo rogatogo skota I svinei* (Efficiency of using probiotic complexes of a new generation in compound feeds for cattle and pigs). Extended Abstr. Diss. Dr. Sci. Agr., Dubrovitsy, VIZh, 2017, 23 p.

11. Ovsyannikov A.I. *Osnovy opytnogo dela v zhivotnovodstve* (Fundamentals of experienced business in animal husbandry). Moscow: Kolos Publ., 1976, 304 p.
12. Panin A.N., Malik N.I. [Probiotics are an integral component of animal nutrition]. *Veterinariya - Veterinary Medicine*. 2006, 7: 19-22.
13. Panov P.B., Kalinin A.I., Sorokoletova E.F., Kravchenko E.V., Plakhotskaya Zh.V., Andreev V.P. In: *Ispol'zovanie shungitov dlya ochistki pit'evoi vody* [The use of shungite for the purification of drinking water]. Petrozavodsk: Karel'skii nauchnyi tsentr RAS, 2007, 103 p.
14. Piotrovskii L.B. Fullerenes in biology and medicine: problems and prospects]. In: *Fundamental'nye napravleniya molekulyarnoi meditsiny* (Fundamental directions of molecular medicine). St. Petersburg, Rostok: Nauka Publ., 2005, P. 195-268.
15. Piotrovskiy L.B., Kiselev O.I. [Towards Nanomedicine]. In: *Fullereny v biologii* (Fullerenes in biology). St. Petersburg - Rostok: Nauka Publ., 2006, P. 257-258.
16. Ponomarev A.P., Frolova L.V. [The phenomenon of the impact of water extracts of shungite on microorganisms]. *Prikladnaya analiticheskaya khimiya – Applied Analytical Chemistry*. 2013, 4(1): 10-18.
17. Popova Yu. R., Atlas E.E., Popova Yu.R. [Correction of the morphofunctional state of the liver in obesity]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii - Journal of New Medical Technologies*. 2017, 2. DOI: 10.12737/article\_593f9b997238e9.07094355
18. Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Nekrasov R.V. [The use of probiotics as a way to optimize digestive processes and increase livestock productivity]. In: *Mat. 5-i mezhd. nauch.-prakt. konf.: Aktual'nye problemy biologii v zhivotnovodstve* (Proc. 5th Int. Conf.: Actual problems of biology in animal husbandry). Borovsk: VNIIFBiP Publ., 2010, P. 103-104.
19. Romanov V.N., Vorob'eva S.V., Dvalishvili V.G., Duborezov V.M., Chabaev M.G., Nekrasov R.V., Ivanova G.V., Laptev G.Yu., Il'ina L.A. *Ispol'zovanie probiotika Tsellobakterin T v kormlenii zhvachny khzhivotnykh* (The use of probiotic "Cellobacterin T" in the feeding of ruminants). Podol'sk-Dubrovitsy: VIZh Publ., 2011, 52 p.
20. Rozhkova N.N., Emelyanova G.I., Gorlenko L.E., Jankowska A., Korobov M.V., Lunin V.V. Structural and physico-chemical characteristics of shungite nanocarbon as revealed through modification. *Smart Nanocomposites*. 2010, 1(1): 71-90.
21. Seregina N.V., Chestnova T.V. [Inhibition of proteolytic and saccharolytic enzymes of *Pseudomonas Aeruginosa* under the action of shungite extract]. *Vestnik novykh meditsinskikh tekhnologii - Journal of New Medical Technologies*. 2008, 15(4): 167-168.
22. Tremasova A.M. *Farmako-toksikologicheskoe obosnovanie ispol'zovaniya prirodnogo minerala shungi I preparatov na ego osnove, nanosorbentov polisorb i nipolisorb v veterinarii* (Pharmaco-toxicological substantiation of the use of the natural mineral shungite and preparations based on it, nanosorbents polysorbine and polysorb in veterinary medicine). Extended Abstr. Diss. Dr. Sci. Biol., Kazan, 2014, 25 p.

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

**Study of physiological effects of biological active additive based on probiotic and shungite in sheep and growing bulls**

Romanov V.N., Bogolyubova N.V., Mishurov A.V., Rykov R.A.

*Ernst Federal Research Center of Animal Husbandry, Podolsk, Moscow oblast,  
Russian Federation*

**ABSTRACT.** Physiological effects of biological active additive on the basis of probiotic and shungite were studied in two experiments conducted on sheep with rumen fistulas (n = 6, age 24 months, live weight 35-40 kg) and on two groups of Black-and-White growing bulls (n = 8, age 10-12 months., live weight 298 kg). In the control period, the sheep received within 30 days the main ration; in the experimental period, the main ration was supplemented with probiotic preparation "Cellobacterin+" developed in LLC Biotrof, based on the spore-forming strain *Enterococcus faecium* 1-35 with a titer of at least  $10^6$  CFU/mg, in the amount of 3 g, and shungite (fractions up to 1 mm) in the amount of 7 g per day. Balance experiments were carried out to determine the nutrient digestibility of feed, the characteristics of the rumen fluid were studied in dynamics. With the inclusion of feed additive, positive changes in rumen metabolism were established in comparison with the control group: an increase in the concentration of volatile fatty acids by 8.2% in the period before feeding, by 14.6% ( $P < 0.001$ ) after 3 and by 19.1% ( $P < 0.001$ ) after 5 hours after feeding, the increase in amylolytic activity by 30.8% ( $P < 0.01$ ) and the higher formation of microbial mass ( $P < 0.05$ ). In the experimental group, a synchronous tendency to increase in the digestibility of feed nutrients, especially of crude fiber was noted ( $P < 0.05$ ). In the trial on growing bulls, the animals of the experimental group received within 100 days the additive to the basic ration in the amount of 20 g of probiotic preparation and 30 g of shungite per day. Live weight gains and serum biochemical composition were estimated. In the experimental group, an increase in the level of total protein ( $P < 0.05$ ) and glucose was observed, against the background of a decrease in the concentration of total bilirubin and cholesterol ( $P < 0.05$ ) in comparison with control. The use of the probiotic + shungite complex contributed to an increase in daily live weight gain by 12.9% ( $P < 0.05$ ). Concluded about the advisability of using the investigated complex of probiotic preparation and shungite in feeding ruminants.

*Key words: sheep, growing bulls, biologically active additives, probiotics, shungite, rumen metabolism, live weight gains*

**Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh - Problems of Productive Animal Biology, 2019, 2: 54-63**

Поступило в редакцию: 21.03.2019

Получено после доработки: 18.04.2019

**Романов Виктор Николаевич**, к.б.н., в.н.с., 8 (985)277-20-37, romanoff-viktor51@yandex.ru  
**Боголюбова Надежда Владимировна**, к.б.н., в.н.с., зав.отд., 8(915)320-24-39, 652202@mail.ru  
**Мишуров Алексей Владимирович**, к.с.-х.н., с.н.с., 8 (915)169-99-66, a.v.mishurov@mail.ru  
**Рыков Роман Анатольевич**, с.н.с., 8(926)369-93-08, brukw@bk.ru