

## ОСОБЕННОСТИ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОГО ОБМЕНА У БЫЧКОВ ПОРОДЫ АБЕРДИН-АНГУС ПОД ВЛИЯНИЕМ УРОВНЯ ДОСТУПНОГО БЕЛКА РАЦИОНА

**Лемешевский Виктор Олегович,**  
*кандидат сельскохозяйственных наук, доцент,*  
[lemeshonak@yahoo.com](mailto:lemeshonak@yahoo.com)

**Денькин Алексей Иванович,**  
*кандидат биологических наук,*  
*старший научный сотрудник,*  
[denkin.alex-009@yandex.ru](mailto:denkin.alex-009@yandex.ru)

*Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных – филиал ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста»  
(г. Боровск, Калужская область, Россия)*

УДК 636.242.084.41

**Аннотация.** Сложность и своеобразие процессов метаболизма в пищеварительном тракте жвачных животных предъявляют строгие требования к количеству и качеству азотистых веществ в рационе. Нарастание массы скелетной мускулатуры связано с процессами синтеза и распада белков в организме. Направленность метаболических процессов в сторону увеличения биосинтеза белка тела обеспечивается достаточным поступлением аминокислот из желудочно-кишечного тракта в метаболический пул организма за счет оптимизации энергопротеинового питания жвачных животных. Цель работы – изучить влияние уровня обменного протеина в рационах бычков породы абердин-ангус на биоконверсию обменной энергии и аминокислот в энергию прироста. Изучение предполагало последовательное проведение 3 серий исследований на бычках породы абердин-ангус живой массой 277 кг, 317 кг и 363 кг. Кормление животных 1-го опыта осуществлялось по нормам РАСХН, где соотношение обменного протеина к обменной энергии составило 8,2 г/МДж, во 2-м и 3-м опытах уровень обменного протеина составил 8,6 и 9,1 г/МДж за счет введения в рацион 0,5 кг и 0,6 кг жмыха соевого, соответственно. По завершении каждого периода проводили физиологические опыты. Исследуемый показатель не оказал существенного влияния на потребление сухого вещества корма, а увеличение в рационе трудно распадаемого протеина способствовало повышению концентрации обменной энергии и переваримости сухого вещества. Установлено, что обменная энергия и аминокислоты эффективно используются на прирост живой массы бычков в период выращивания на рационе, в котором отношение обменного протеина к обменной энергии составляет 8,6 г/МДж. Дальнейшее повышение обменного протеина в рационе приводит к росту теплопродукции, что в свою очередь повышает использование аминокислот и обменной энергии в энергетическом обмене и снижает их вклад в прирост живой массы.

**Ключевые слова:** обменный протеин, обменная энергия, баланс энергии, субстраты, аминокислоты, бычки.

## FEATURES OF ENERGY METABOLISM IN BULL CALVES OF ABERDEEN ANGUS BREED UNDER THE INFLUENCE OF AVAILABLE DIET PROTEIN LEVELS

**Viktor O. Lemiasheuski,**  
*candidate of agricultural sciences,*  
*Associate Professor,*  
*lemeshonak@yahoo.com*

**Alexey I. Denkin,**  
*candidate of biological sciences,*  
*Senior Researcher,*  
*denkin.alex-009@yandex.ru*

*All-Russian Research Institute of  
Physiology, Biochemistry and  
Nutrition of animals – branch of the  
Federal Science Center for Animal  
Husbandry named after Academy  
Member L. K. Ernst  
(Borovsk, Kaluga region, Russia)*

UDC 636.242.084.41

**Abstract.** The complexity and identity of the metabolic processes in the digestive tract of ruminants impose strict requirements on the quantity and quality of nitrogenous substances in the diet. The increase in skeletal muscle mass is associated with the processes of protein synthesis and breakdown in the body. The direction of metabolic processes towards increasing the protein biosynthesis of the body is ensured by a sufficient supply of amino acids from the gastrointestinal tract to the metabolic pool of the body by optimizing the energy protein nutrition of ruminants. The purpose of the work is to study the effect of the level of metabolic protein in the diets of Aberdeen Angus bull calves on the bioconversion of metabolizable energy and amino acids into growth energy. The study involved the sequential conduct of 3 series of studies on bull calves of the Aberdeen Angus breed with a live weight of 277 kg, 317 kg and 363 kg. The animals of the 1<sup>st</sup> experiment were fed according to the RAAS (Russian Academy of Agricultural Sciences) standards, where the ratio of the metabolizable protein to the metabolizable energy was 8.2 g/MJ, in the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> experiments the level of the metabolizable protein was 8.6 and 9.1 g/MJ per the introduction of 0.5 kg and 0.6 kg of soybean meal into the diet, respectively. At the end of each period, physiological experiments were performed. The studied parameter did not have a significant effect on the dry matter intake of the feed, and an increase in the diet of hard-to-break down protein contributed to an increase in the concentration of metabolizable energy and digestibility of dry matter. It was found that metabolizable energy and amino acids are effectively used to increase the live weight of bulls calves during the growing period on a diet in which the ratio of metabolizable protein to metabolizable energy is 8.6 g/MJ. A further increase in metabolic protein in the diet leads to an increase in heat production, which in turn increases the use of amino acids and metabolic energy in energy metabolism and reduces their contribution to the increase in live weight.

**Key words:** metabolizable protein, metabolizable energy, energy balance, substrates, amino acids, bull calves.

## 1. Введение (Introduction)

Повышение продуктивности сельскохозяйственных животных при одновременном снижении затрат кормов на продукцию зависит от знаний и учета биологических закономерностей использования питательных веществ. Прикладные вопросы синтеза белка, имеющие теоретическое и практическое значение, в течение многих десятилетий остаются актуальными и составляет основу большинства направлений в мировой науке в области биологии. Изучаются возможности направленного изменения метаболических потоков, которые обеспечивают формирование мышечной ткани, как основного компонента мяса, у растущих и откармливаемых животных.

Наращивание массы скелетной мускулатуры связано с процессами синтеза и распада белков в организме. Направленность метаболических процессов в сторону увеличения биосинтеза белка тела обеспечивается достаточным поступлением аминокислот из желудочно-кишечного тракта в метаболический пул организма за счет оптимизации протеинового питания жвачных животных. Недостаток протеина в рационах кормления отрицательно сказывается на физиологическом состоянии животных: нарушается обмен веществ, снижается продуктивность. Для удовлетворения потребности жвачного животного надо обеспечить не только общее количество переваримого, сырого протеина в рационе и его фракций, но и оптимальное содержание обменного белка [1].

Несомненно, что управление мясной продуктивностью невозможно без познания механизмов и закономерностей наращивания массы скелетной мускулатуры – главного компонента мяса. Поскольку рост скелетных мышц зависит от скорости синтеза и распада мышечных белков, основное внимание исследователей направлено на раскрытие механизмов, управляющих этими процессами. Показано, что у интенсивно растущих бычков одним из факторов, лимитирующих интенсивность процессов биосинтеза белков, является количество аминокислот, поступающее из желудочно-кишечного тракта в метаболический пул организма. Можно полагать, что в случае адекватного потребностям обеспечения организма растущих бычков аминокислотами можно изменить интенсивность и направленность метаболических процессов в сторону увеличения биосинтеза белка, а, следовательно, направленного влияния на качество мяса и мясную продуктивность [2].

При балансировании рационов важно учитывать концентрацию энергии в сухом веществе, которая влияет на переваримость корма. Установлено, что увеличение энергетической питательности рациона бычков на 5,0 % (концентрация обменной энергии в сухом веществе 9,6 МДж/кг) способствует повышению энергии отложения и синтеза прироста на 10,04 %, энергии прироста – на 19,50 %, эффективности использования обменной энергии на рост – на 3,81 % [3]. Сбалансированность рациона по азотистым веществам означает оптимальное обеспечение метаболических процессов в организме аминокислотами за счет поступления в кишечник трудно распадаемого протеина и белковых продуктов микробиального синтеза [4; 5]. Степень использования азотистых веществ рациона животными также зависит от концентрации энергии в сухом веществе рациона, уровня протеина и его расщепляемости [6–9]. Высокоэнергетические рационы способствуют повышению эффективности использования азотистых веществ и обладают высокой экономической эффективностью [10–11].

Далеко не полностью решен вопрос нормирования энергопротеинового питания и контроля обеспеченности интенсивно растущих бычков доступным белком [12]. Поэтому, детальное изучение метаболических и синтетических изменений, происходящих при изменении аминокислотного обеспечения организма животных, имеет важное значение для раскрытия и идентификации механизмов, регулирующих процессы формирования мясной продуктивности [13–15].

Цель исследований – изучить влияние уровня обменного протеина в рационах бычков породы абердин-ангус на биоконверсию обменной энергии и аминокислот в энергию

прироста.

## 2. Методы и материалы (Materials and methods)

Для решения поставленных задач по принципу парных аналогов сформировали группу бычков породы абердин-ангус с начальной живой массой 277 кг. Опыты проведены методом групп периодов. Во время опыта бычки получали рационы согласно живой массе и величине планируемых приростов на уровне 1300-1500 г (табл. 1). По периодам опыта у бычков последовательно повышали содержание обменного протеина в рационе за счет ввода кормовых добавок с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых). В 1-ом периоде исследований (продолжительностью 26 дней) использовали рацион, составленный по принятым нормам РАСХН (2003 г.), где отношение обменного протеина к обменной энергии составило 8,2. За счёт ввода кормовых добавок с пониженной распадаемостью протеина (соевый жмых) в рационах 2-го (продолжительность 27 дней) и 3-го (продолжительность 21 день) периодов повысили уровень обменного протеина к обменной энергии до 8,6 и 9,1 соответственно.

Таблица 1 – Рационы для бычков

Корма, кг	Серия опытов		
	1	2	3
Комбикорм	4	4	5
Жмых соевый	–	0,5	0,6
Сенаж вико-овсяный	8	9	10
Сено злаковое	0,5	0,5	0,5
Мел кормовой	0,1	0,1	0,1
Соль поваренная	0,1	0,1	0,1
Премикс ПК-60	0,1	0,1	0,1
В рационе содержится:			
Сухого вещества (СВ), кг	6,69	7,41	8,39
Обменной энергии (ОЭ), МДж	64,8	74,3	83,7
КОЭ, МДж/кг СВ	9,7	9,8	9,9
Сырого протеина, г	1046	1243	1360
Распадаемого протеина, г	740	864	949
Обменного протеина (ОБ), г	530	635	764
Сырой клетчатки, г	1327	1413	1595
Сырого жира, г	198	231	286
ОБ/ОЭ	8,2	8,6	9,1
Количество образованных субстратов в желудочно-кишечном тракте, г			
Ацетат	1556	1883	1942
Пропионат	313	366	459
Бутират	297	276	375
Глюкоза	834	934	953
Аминокислоты	530	635	764
ВЖК	137	150	179

В основной период опыта животные были на привязном содержании, поение осуществлялось из автопоилок, кормление двукратное равными порциями. Ежедневно учитывалось потребление корма. Для оценки интенсивности роста бычков периодически взвешивали.

В процессе выполнения экспериментов определяли параметры белкового, углеводного, энергетического обменов, оценивали процессы пищеварения.

Для оценки процессов пищеварения у бычков определяли потребление корма, переваримость основных питательных веществ рациона и поступление субстратов из пищеварительного тракта в метаболический пул. В пробах корма и кала определено содержание сухого и органического вещества, сырого протеина, клетчатки, общих липидов и золы. По анализу выделенного кала и мочи определен баланс энергии и азота, а также отложение энергии и азота у животных.

Перед началом и по завершении опытных периодов проводили балансовые опыты. Взвешивание бычков проводили до утреннего приема корма.

В исследованиях использовали аппарат Кьельтек для определения азота, калориметр АБК-1 для определения калорийности проб кормов, кала и мочи, газоанализатор-хроматограф АХТ-ТИ для анализа газов выдыхаемого воздуха, электронно-вычислительную технику, анализ ЛЖК рубцовой жидкости определяли на газожидкостном хроматографе Цвет-800.

Достоверность различий между группами определяли с использованием критерия *t*-тест Стьюдента по методу парных сравнений.

### 3. Результаты (Results)

В 1-ом периоде исследований, бычки (средняя живая масса  $277 \pm 12$  кг) потребляли меньше нормативных значений сухого вещества (6,7 кг при норме 7 кг), обменной энергии (64,8 МДж при норме 75 МДж) и сырого протеина (1046 г при норме 1250 г) для бычков при среднесуточных приростах 1,4 кг [4].

Во 2-ом периоде с 8 по 9 мес. ( $317 \pm 13$  кг) при дополнительном скармливании 0,5 кг белковых кормов (жмых соевый) возросло потребление сенажа на 1 кг. Содержание сырого протеина в потребленных кормах приближалось к нормативным значениям (1243 г при норме 1270 г). Уровень обменной энергии составил 74,3 Мдж при норме 84 Мдж.

В 3-ем периоде с 9 по 10-й мес ( $363 \pm 7$  кг) увеличилось потребление комбикорма до 5 кг, сенажа до 10 кг. Уровень сырого протеина соответствовал нормативным показателям, а уровень обменной энергии – ниже нормы на 7 %.

На основе данных потребления и переваримости сухого вещества отмечено, что заданные бычкам рационы поедались фактически полностью (табл. 2). По данным балансовых опытов, переваримость сухого вещества рациона в 1-ом периоде исследований составила  $\approx 70$  %, а во 2-ом и 3-ем периодах с увеличением уровня протеина наблюдалось повышение переваримости сухого вещества рациона до 71 %.

Таблица 2 – Потребление и переваримость сухого вещества ( $M \pm m$ ,  $n = 2$ )

Показатель	Серия опытов		
	1	2	3
Сухое вещество корма, кг	$6,72 \pm 0,01$	$7,59 \pm 0,01^{**}$	$8,46 \pm 0,14^*$
Сухое вещество кала, кг	$2,05 \pm 0,11$	$2,22 \pm 0,03$	$2,46 \pm 0,11$
Переваримое сухое вещество, кг	$4,67 \pm 0,10$	$5,37 \pm 0,04^*$	$6,00 \pm 0,03^*$
Переваримость, %	$69,55 \pm 1,54$	$70,75 \pm 0,43$	$70,94 \pm 0,82$
Концентрация ОЭ, МДж/кг СВ	$9,65 \pm 0,27$	$9,79 \pm 0,08$	$9,85 \pm 0,15$

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  при сравнении со 2 и 3 серией опыта

Изучение результатов легочного газообмена (табл. 3) у бычков показало, как и предполагалось, что во 2-ой и 3-ей серии исследований с увеличением живой массы пропорционально возросла вентиляция легких и потребность в кислороде. Однако наблюдалась и обратная закономерность, что с возрастом и повышением живой массы

животных снижалось количество теплопродукции и потребления кислорода в пересчете на 1 кг живой массы в связи с тем, что замедляется уровень метаболизма.

Таблица 3 – Лёгочный газообмен у бычков ( $M \pm m$ ,  $n = 2$ )

Показатели		Серии опытов		
		1	2	3
Литраж, л/мин		56±1	63±2	76±2*
Поглощено O <sub>2</sub>	л/мин × гол	1,36±0,04	1,54±0,05	1,76±0,05*
	л/кг ж. м. × сут.	7,07±0,11	7,00±0,08	6,96±0,05
Выделено CO <sub>2</sub>	л/мин × гол	1,21±0,03	1,38±0,04	1,57±0,05*
	л/кг ж. м. × сут.	6,31±0,12	6,31±0,09	6,23±0,06
Дыхательный коэффициент		0,906±0,006	0,895±0,001	0,897±0,003
Калорическая стоимость 1 л O <sub>2</sub> , ккал		4,918±0,006	4,922±0,002	4,917±0,001
Теплопродукция, кДж × кг ж. м./сут		146±2	144±2	143±1
Теплопродукция, МДж/сут.		40,3±1,1	45,7±1,3	52,1±1,4*

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  при сравнении со 2 и 3 серией опыта

Повышение вклада высших жирных кислот и бутирата в энергетический обмен во 2-ом опыте, а аминокислот в 3-ем опыте (табл. 5) способствовало снижению дыхательного коэффициента при сравнении с 1-ым периодом.

Анализ данных по балансу энергии (табл. 4) свидетельствует, что у бычков с 1 по 3 периоды исследований отмечалась достоверное ( $p < 0,05$ ) повышение на 11,3-25,9 % потребления валовой энергии корма. Увеличение в рационе бычков уровня обменного протеина способствовало повышению переваримости кормов и снижению потерь энергии с калом, которые составили в 1-ом периоде исследований – 30,38 %, во 2-ом – 28,30 и в 3-ем – 28,39 % от валовой энергии корма. Однако повышение уровня обменного протеина в рационе способствовало незначительному росту потерь энергии с мочой, которые составили в 1-ом периоде исследований – 2,99 %, во 2-ом – 3,07 % и в 3-ем – 3,25 % от валовой энергии корма. При сравнении с 1-ым периодом во 2-ом и 3-ем периодах исследований достоверно ( $p < 0,05$ ) повышался уровень обменной энергии и составил от валовой энергии 55,29 %, 56,98 % и 56,71 % соответственно.

Таким образом, повышение уровня доступного протеина до 8,6-9,1 г/МДж ОЭ оказывает положительное влияние на эффективность использования энергии корма при выращивании бычков породы абердин-ангус.

Таблица 4 – Баланс энергии у бычков (МДж/сут) ( $M \pm m$ ,  $n = 2$ )

Показатель	Серия опытов		
	1	2	3
Валовая энергия корма	117,2±2,1	130,4±2,0*	147,6±1,1*
Валовая энергия кала	35,6±1,8	36,9±0,6	41,9±0,7
Энергия перевар. пит. веществ	81,6±0,3	93,5±1,4*	105,7±0,4
Потери энергии с метаном и теплотой ферментации	13,3±0,1	15,2±0,2*	17,2±0,1*
Энергия мочи	3,5±0,2	4,0±0,7	4,8±1,9
Обменная энергия	64,8±0,4	74,3±0,5*	83,7±2,2*
Теплопродукция	40,3±1,1	45,7±1,3	52,1±1,4*
Отложено энергии в приросте	24,5±1,1	28,6±1,8	31,6±0,8*

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  при сравнении со 2 и 3 серией опыта

Анализ баланса энергетических субстратов (табл. 5) свидетельствует, что с повышением уровня обменного протеина в рационах, возрастал их вклад в энергетический обмен и прирост. Более высокий вклад аминокислот в прирост отмечен во 2-ом опыте, что подтверждается самым высоким значением среднесуточного прироста на уровне 1664 г. Использование энергетических субстратов на теплопродукцию в 3-х опытах было пропорциональным. Аминокислоты, ацетат и глюкоза меньше использовались на прирост у животных 1 опыта, а ВЖК и бутират – бычками 2 опыта.

Таблица 5 – Баланс энергетических субстратов у бычков, г/сут.

Показатель	Серия опытов		
	1	2	3
Количество образованных субстратов			
Аминокислоты	530	635	764
Ацетат + глюкоза	2631	3101	3251
ВЖК + бутират	434	426	554
Использование на теплопродукцию			
Аминокислоты	288	344	488
Ацетат + глюкоза	1505	1749	1872
ВЖК + бутират	329	347	399
Использование на прирост			
Аминокислоты	242	291	276
Ацетат + глюкоза	1126	1352	1379
ВЖК + бутират	105	79	155

Использование продуктивной энергии (табл. 6) на синтез суточного прироста живой массы у бычков рассчитывали по данным балансовых опытов, динамики живой массы и величины суточных приростов по периодам опыта. Использование обменной энергии на поддержание определяли с учетом, что средняя величина потребности в энергии на поддержание как для взрослого скота, так и для растущего молодняка составляет 460 кДж/кг ж.м.<sup>0,75</sup>. Продуктивную энергию рассчитывали по формуле ПЭ = ОЭ – Э поддержания.

Таблица 6 – Затраты продуктивной энергии у бычков ( $M \pm m, n = 2$ )

Показатель	Серия опытов		
	1	2	3
Соотношение ОБ/ОЭ	8,2	8,6	9,1
Возраст, мес.	7-8	8-9	9-10
Живая масса, кг	277±12	317±13	363±7*
Метаболическая масса (ММ), кг	67,8±2,2	75,0±2,2	83,2±1,2*
Энергия поддержания, МДж (Э поддержания = ММ × 460/1000)	31,2±1,0	34,5±1,0	38,3±0,6*
Обменная энергия, МДж	64,8±0,4	74,3±0,5*	83,7±2,2*
Продуктивная энергия, МДж/сут.	33,6±1,1	39,8±1,5	45,5±1,7*
Энергия прироста, МДж/сут.	24,5±1,1	28,6±1,8	31,6±0,8*
Среднесуточный прирост, г	1520±20	1664±87	1423±53
Энергия 1 кг прироста, МДж	16,1±1,0	17,2±0,2	22,2±2,4

\* $p < 0,05$ , \*\* $p < 0,01$  при сравнении со 2 и 3 серией опыта

Результаты исследований показали, что затраты продуктивной энергии на 1 кг прироста повышались при увеличении живой массы и снижении среднесуточного прироста. С увеличением среднесуточного прироста сокращались затраты продуктивной энергии на 1 кг

прироста. Так, у бычков с 1-го по 3-ий периоды, при среднесуточных приростах 1520, 1664 и 1423 г, на синтез 1 кг прироста живой массы было использовано обменной энергии 25,0, 23,28 и 26,64 МДж соответственно.

По данным табл. 7 можно отметить, что использование обменной энергии на прирост было на одном уровне в 1-ом и 3-ем периодах, однако ниже, чем во 2-ой период.

*Таблица 7 – Вклад обменной энергии и аминокислот в среднесуточный прирост бычков, %*

Показатель	Серия опытов		
	1	2	3
Обменная энергия	37,82	38,58	37,53
Аминокислоты	45,66	45,83	36,13

Вклад аминокислот в прирост животных 1-ого и 2-ого периодов был также на одном уровне, а в 3-ем опыте – самыми низкими и составил 36,13 %.

#### **4. Заключение (Conclusion)**

Исследования влияния различного энергопротеинового отношения в рационах бычков скороспелой мясной породы абердин-ангус в период выращивания позволили оценить вклад аминокислот и обменной энергии рациона на прирост и поддержание.

Так, в 1-ом опыте у бычков с живой массой  $277 \pm 12$  кг, где использовали рацион, составленный по принятым нормам РАСХН (соотношение ОБ/ОЭ – 8,2), среднесуточный прирост составил  $1520 \pm 20$  г. Потери энергии с мочой были незначительно ниже, чем во 2-ом и 3-ем периодах с более высоким уровнем протеина. Вклад аминокислот и обменной энергии в прирост составил 45,66 % и 37,82 %, что незначительно ниже, чем во 2-ом периоде. Учитывая полученные данные, следует отметить, что для повышения продуктивности можно увеличить уровень обменного протеина и установить оптимальную потребность в нем в этот период.

Во 2-ом опыте (соотношение ОБ/ОЭ – 8,6) у бычков с живой массой  $317 \pm 13$  кг среднесуточный прирост составил  $1664 \pm 87$  г, что больше на 9,47 %, чем в 1-ом опыте. При более высоком уровне обменного протеина вклад обменной энергии и аминокислот на прирост был выше, чем в 1-ом опыте, что свидетельствует о целесообразном повышении уровня обменного протеина в рационе в этот период.

В 3-ем опыте (соотношение ОБ/ОЭ – 9,1) у бычков с живой массой  $363 \pm 7$  кг среднесуточный прирост составил  $1423 \pm 53$  г, что меньше на 6,38 %, чем в 1-ом опыте. Вклад обменной энергии в прирост был фактически на одном уровне. Вклад аминокислот в прирост живой массы составил 36,13 % (против 45,66 %), что свидетельствует о необходимости снизить уровень обменного протеина в этот период.

#### **5. Конфликт интересов (Conflict of interest)**

Авторы подтверждают, что представленные данные не содержат конфликта интересов.

#### **6. Благодарности (Acknowledgments)**

Работа была подготовлена при поддержке Всероссийского научно-исследовательского института физиологии, биохимии и питания животных – филиала ФГБНУ «Федеральный научный центр животноводства – ВИЖ имени академика Л. К. Эрнста».

#### **Список литературы**

1. Быкова, О. А. Мясная продуктивность молодняка сентиментальной породы при использовании в рационах кормовых добавок их местных источников / О. А. Быкова //



Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2015. – № 5 (15). – С. 117–120.

2. Галочкина, В. П. Продуктивные показатели и индексы состояния интермедиарного обмена у бычков холмогорской породы при интенсивном выращивании и откорме / В. П. Галочкина, А. В. Агафонова, О. В. Обвинцева, В. А. Галочкин // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 2. – С. 60–73.

3. Денькин, А. И. Субстратная обеспеченность метаболизма бычков на откорме / А. И. Денькин, В. О. Лемешевский, В. Б. Решетов // Фундаментальные и прикладные аспекты кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов: материалы конф., посвящ. 120-летию М. Ф. Томмэ / Всероссийский научно-исследовательский институт животноводства имени академика Л. К. Эрнста (Дубровицы, 14–16 июня 2016 г.). – Дубровицы : ВНИИЖ им. академика Л. К. Эрнста, 2016. – С. 323–328.

4. Пучков, А. А. Переваримость питательных веществ и влияние разных источников кормового белка на процессы ферментации рубцовой жидкости у бычков в период откорма / А. А. Пучков // Повышение конкурентоспособности животноводства и задачи кадрового обеспечения: материалы междунар. науч.-практ. конф. – Пос. Быково, МО, ФГБОУ РАМЖ, 2017. – С. 137–141.

5. Харитонов, Е. Л. Влияние разного уровня доступного протеина в рационе на переваримость и усвоение питательных веществ у бычков холмогорской породы при интенсивном выращивании / Е. Л. Харитонов, А. С. Березин // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 1. – С. 92–101.

6. Гурин, В. К. Конверсия корма племенными бычками в продукцию при скармливании рационов с разным качеством протеина / В. К. Гурин, В. Ф. Радчиков, В. И. Карповский // Зоотехническая наука Беларуси: сб. науч. тр., посвящ. 90-летию со дня рождения д-ра с.-х. наук, проф. И. К. Слесарева. Т. 51, ч. 1 / Науч.-практич. центр Нац. акад. Наук Беларуси по животноводству; редкол.: И. П. Шейко (гл. ред.) [и др.]. – Жодино: НПЦ НАН Беларуси по жив-ву, 2016. – С. 257–266.

7. Денькин, А. И. Использование субстратов в энергетическом обмене у бычков в период выращивания при разном уровне и соотношении азотсодержащих веществ в рационах / А. И. Денькин, В. О. Лемешевский // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» гос. акад. вет. мед.». – Витебск, 2018. – Т. 54, вып. 3. – С. 78–84.

8. Денькин, А. И. Использование обменной энергии и субстратная обеспеченность энергетических и продуктивных функций у бычков породы шароле при разном уровне обменного протеина в рационе / А. И. Денькин, В. О. Лемешевский // Ученые записки УО «Витебская ордена «Знак Почета» гос. акад. вет. мед.». – 2019. – Т. 55, № 2. – С. 113–118.

9. Денькин, А. И. Особенности энергетического обмена у бычков холмогорской породы при разном уровне и соотношении азотсодержащих веществ в рационе / А. И. Денькин, В. О. Лемешевский // Аграрный вестник Урала. – 2019. – № 2 (181). – С. 15–21.

10. Активность процессов пищеварения в рубце у бычков при различном качестве белка / В. О. Лемешевский [и др.] // Веснік Палескага дзяржаўнага ўніверсітэта. Серыя прыродазнаўчых навук : навучна-практычны журнал. – Пінск: ПолесГУ, 2016. – № 1. – С. 28–33.

11. Биосинтез компонентов мяса бычков в зависимости от уровня энергетического питания / В. О. Лемешевский [и др.] // Актуальные вопросы ветеринарной и зоотехнической науки и практики: материалы междунар. науч.-практ. интернет-конф. / ФГБОУ УВО «Ставропольский ГАУ». – Ставрополь: Изд-во «Ставропольский ГАУ», 2015. – Ч. 1. – С. 307–313.

12. Эффективное использование кормов при производстве говядины / В. Ф. Радчиков [и др.] // Научно-технический прогресс в сельскохозяйственном производстве. Аграрная наука – сельскохозяйственному производству Сибири, Казахстана, Монголии, Беларуси и Болгарии:

материалы междунар. науч.-тех. конф. (Минск, 19–21 окт. 2016 г.). В 2 т.Т. 2. / редкол.: П. П. Казакевич (гл. ред.), С. Н. Поникарчик. – Минск: НПЦ НАН Беларуси по механизации сельского хозяйства, 2016. – С. 40–43.

13. Харитонов, Е. Л. Эффективность использования питательных веществ кормов у бычков молочных и мясных пород / Е. Л. Харитонов, А. В. Агафонова // Современные проблемы ветеринарии, зоотехнии и биотехнологии. – 2015. – С. 141–143.

14. Галочкин, В. А. Влияние кормов с разным уровнем обменного протеина на интенсивность выращивания бычков / В. А. Галочкин, В. П. Галочкина, К. С. Остренко // Эффективное животноводство. – 2019. – № 1 (149). – С. 54–56.

15. Харитонов, Е. Л. Влияние разного уровня трудно распадаемого протеина на переваримость и эффективность использования питательных веществ у бычков черно-пестрой породы в период откорма / Е. Л. Харитонов, А. С. Березин // Проблемы биологии продуктивных животных. – 2017. – № 3. – С. 87–97.

### List of references

1. Bykova, O. A. Meat productivity of youngsters sentimental breed when using their local sources in feed rations / O. A. Bykova // Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = News of the Orenburg State Agrarian University. – 2015. – № 5 (15). – pp. 117–120. (In Russian)

2. Galochkina, V. P. Productive indicators and indices of the state of intermediary exchange in gobies of the Kholmogory breed during intensive growing and fattening / V. P. Galochkina, A. V. Agafonova, O. V. Obvintseva, V. A. Galochkin // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh = Problems of biology of productive animals. – 2017. – № 2. – pp. 60–73. (In Russian)

3. Denkin, A. I. Substrate provision of metabolism of bull calves for fattening / A. I. Denkin, V. O. Lemeshevsky, V. B. Reshetov // Fundamental and applied aspects of the feeding of farm animals and feed technology: materials of the conference. 120<sup>th</sup> anniversary of M. F. Tomme / All-Russian Research Institute of Livestock named after Academician L. K. Ernst (Dubrovitsy, June 14–16, 2016). – Dubrovitsy : VNIIZh them. Academician L. K. Ernst, 2016. – pp. 323–328. (In Russian)

4. Puchkov, A. A. Digestibility of nutrients and the effect of different sources of feed protein on the processes of fermentation of the rumen fluid in gobies during the fattening period / A. A. Puchkov // Increasing the competitiveness of livestock farming and staffing tasks: materials of the Intern. scientific-practical conf. – Pos. Bykovo, 2017. – pp. 137–141. (In Russian)

5. Kharitonov, E. L. The effect of different levels of available protein in the diet on the digestibility and assimilation of nutrients in the bulls of the Kholmogory breed with intensive cultivation / E. L. Kharitonov, A. S. Berezin // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh = Problems of Biology of Productive Animals. – 2017. – № 1. – pp. 92–101. (In Russian)

6. Gurin, V. K. Conversion of feed by breeding bulls into products when feeding rations with different quality of protein / V. K. Gurin, V. F. Radchikov, V. I. Karpovsky // Zootechnical science of Belarus: collection of articles. scientific Tr., dedicated. 90<sup>th</sup> anniversary of the birth of Dr. S.-H. sciences, prof. I. K. Slesareva. T. 51, Part 1 / Scientific-practical. Center Nat. Acad. Animal Science of Belarus; Editorial: I. P. Sheiko (ch. ed.) [et al.]. – Zhodino: Scientific and Production Center of the National Academy of Sciences of Belarus for living, 2016. – pp. 257–266. (In Russian)

7. Denkin, A. I. Use of substrates in energy metabolism in gobies during the growing period with different levels and ratios of nitrogen-containing substances in rations / A. I. Denkin, V. O. Lemeshevsky // Uchenye zapiski EI "Vitebsk Order "Badge of Honor»state. acad. wet med.". – Vitebsk, 2018. – V. 54, № 3. – pp. 78–84. (In Russian)

8. Denkin, A. I. The use of metabolic energy and substrate supply of energy and productive functions in Charolais gobies with different levels of metabolic protein in the diet / A. I. Denkin, V. O. Lemeshevsky // Scientific notes of UO "Vitebsk Order of the Badge of Honor" state. Acad. vet. honey.". – 2019. – T. 55, № 2. – pp. 113–118. (In Russian)

9. Denkin, A. I. Features of energy metabolism in gobies of Kholmogorsk breed at different levels and ratios of nitrogen-containing substances in the diet / A. I. Denkin, V. O. Lemeshevsky // Agrarnyj vestnik Urala = Agrarian Bulletin of the Urals. – 2019. – № 2 (181). – pp. 15–21. (In Russian)

10. Activity of digestion processes in the rumen of bulls with different quality of protein / V. O. Lemeshevsky [et al.] // Vesnik Paleskaga dzyarzhajhnaga iniversiteta. Seryaya prodrodaznachyh science: scientific and practical journal. – Pinsk: PolesGU, 2016. – № 1. – pp. 28–33. (In Russian)

11. Biosynthesis of goat meat components depending on the level of energy supply / V. O. Lemeshevsky [et al.] // Actual issues of veterinary and zootechnical science and practice: international materials. scientific-practical internet conf / FSBEI HEI “Stavropol State Agrarian University”. – Stavropol: Publishing house “Stavropol GAU”, 2015. – Part 1. – pp. 307–313. (In Russian)

12. The effective use of feed in the production of beef / V. F. Radchikov [et al.] // Scientific and technological progress in agricultural production. Agricultural science – the agricultural production of Siberia, Kazakhstan, Mongolia, Belarus and Bulgaria: international materials. scientific conf. (Minsk, October 19-21, 2016). In 2 T., T. 2. / Editorial: P.P. Kazakevich (Ch. Ed.), S.N. Ponikarchik. – Minsk: Scientific and Practical Center of the NAS of Belarus for Agricultural Mechanization, 2016. – pp. 40–43. (In Russian)

13. Kharitonov, E. L. Efficiency of the use of nutrients of feed in bulls calves of dairy and meat breeds / E. L. Kharitonov, A. V. Agafonova // Sovremennye problemy veterinarii, zootekhnii i biotekhnologii = Modern problems of veterinary medicine, zootechnics and biotechnology. – 2015. – pp. 141–143. (In Russian)

14. Galochkin, V. A. Influence of feeds with different levels of metabolic protein on the intensity of growing bulls / V. A. Galochkin, V. P. Galochkina, K. S. Ostrenko // Effektivnoe zhivotnovodstvo = Effective animal husbandry. – 2019. – № 1 (149). – pp. 54–56. (In Russian)

15. Kharitonov, E. L. Influence of different levels of hard-to-break down protein on digestibility and efficiency of nutrient use in black-motley bulls during fattening / E. L. Kharitonov, A. S. Berezin // Problemy biologii produktivnyh zhivotnyh = Problems of biology of productive animals. – 2017. – № 3. – pp. 87–97. (In Russian)