

## **ВЛИЯНИЕ КАЧЕСТВА КОРМОВОГО ПРОТЕИНА НА ПРОЦЕССЫ ПИЩЕВАРЕНИЯ В РУБЦЕ У ТЕЛЯТ**

***В.О. ЛЕМЕШЕВСКИЙ<sup>1</sup>, В.Б. РЕШЕТОВ<sup>2</sup>, А.И. ДЕНЬКИН<sup>2</sup>***

*<sup>1</sup>Полесский государственный университет*

*г. Пинск, Республика Беларусь*

*<sup>2</sup>ВНИИ физиологии, биохимии и питания сельскохозяйственных животных*

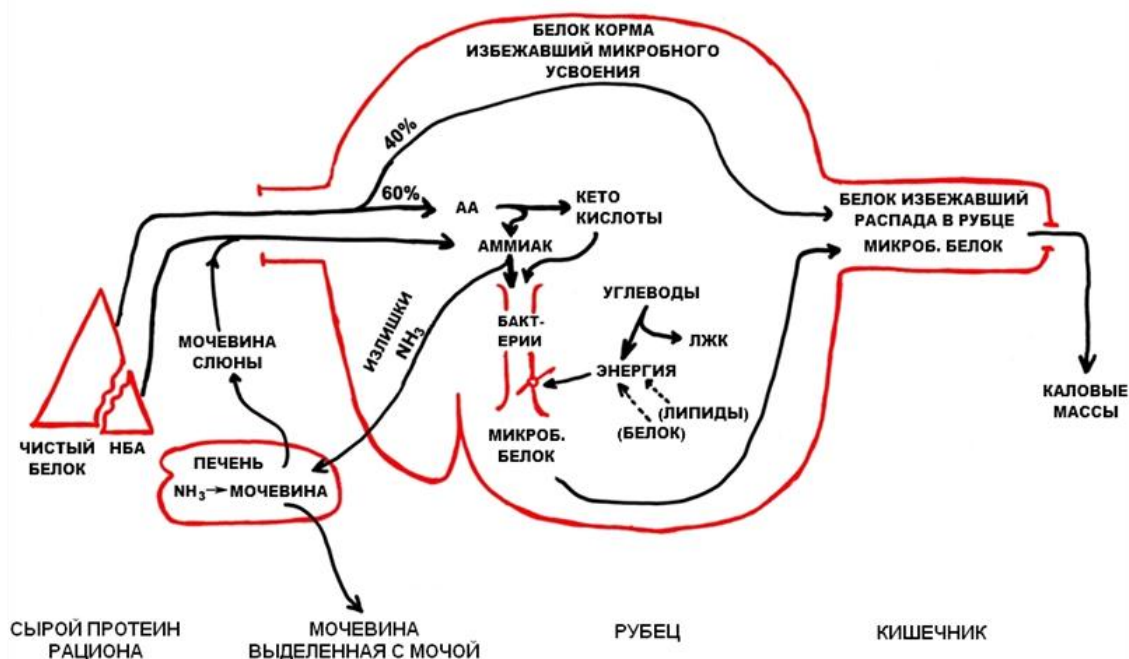
*г. Боровск, Россия*

**Введение.** Использование генетического потенциала продуктивности животных требует организации полноценного протеинового питания с учетом их физиологического состояния. Однако решение вопросов рационального протеинового питания жвачных невозможно без достаточного

знания процессов распада кормового протеина и синтеза микробного белка в рубце (R. Christensen et al., 1993; K. Cunningham et al., 1996; F. Santos et al., 1998) [27; 29;30]. Нормирование рационов только по содержанию в кормах сырого и переваримого протеина, без учета его качества и уровня микробиологического синтеза в преджелудках, может приводить к перерасходу кормового протеина, недополучению и удорожанию продукции, нарушениям обмена веществ (А. И. Фицев, 1986; F. Santos et al., 1998; R. Sannes et al., 2000 и др.) [28; 30; 24; 31]. Особую значимость эти вопросы приобретают в кормлении высокопродуктивных животных. Поскольку синтез микробного белка в рубце ограничен, у таких животных он может обеспечить 40...50 % потребности, а остальное количество белка должно поступать с кормом, избегая распада в рубце. Достичь этого можно подбором кормов, протеин которых устойчив к распаду в рубце, а также обработкой корма физическими или химическими способами с целью «защиты» протеина. В целом оптимизация протеинового питания жвачных животных базируется на создании условий для эффективного синтеза микробного белка в преджелудках и максимального поступления полноценного протеина в тонкий кишечник [23].

Наличие симбионтной микрофлоры в преджелудках жвачных оказывает значительное влияние на процессы переваривания протеина корма и на обеспеченность организма необходимым количеством аминокислот [23].

Распадаемость протеина в преджелудках является одним из главных критериев, характеризующих качество кормового протеина и определяющих в целом обмен азота у животных. Под распадом протеина имеется в виду микробный ферментативный гидролиз белковой и небелковой частей сырого протеина корма до образования конечных продуктов – пептидов, аминокислот и аммиака (рисунок) [23; 25].



Примечание – АА – аминокислоты; микроб. белок – микробиальный белок; НБА – небелковый азот

**Рисунок – Использование протеина (азота) в организме жвачных**

Аммиак и органические кислоты (ветви цепей аминокислот). Кроме того, аммиак поступает в организм из небелковых источников, содержащихся в кормах, а также из мочевины, возвращённой в рубец через слюну и стенки рубца и используется популяцией микроорганизмов для роста. Степень использования аммиака для синтеза бактериального протеина (белка) главным образом зависит от количества доступной энергии, выработанной при ферментации углеводов. Слишком низкий уровень аммиака в рубце приводит к нехватке азота для микроорганизмов, что приводит к ослаблению процесса пищеварения. Слишком большое содержание аммиака приводит к его потерям, аммиачному отравлению, и в худших случаях – к смерти животного [26].

Обычно некоторая часть протеина в рационе, устойчивая к рубцовой деградации, не разложившись в рубце, попадает в тонкий кишечник. Обычно протеин грубых кормов разлагается значи-

тельно лучше (60...80 %), чем протеин, содержащийся в концентратах или побочных продуктах пищевой переработки (30...60 %).

Из всего протеина, попадающего в тонкий кишечник, около 80 % переваривается, а остальные 20 % попадают в испражнения. В среднем, на каждый дополнительно усвоенный килограмм сухого вещества, корова теряет из организма дополнительно 33 грамма протеина (белка), выделенного вместе с фекалиями [32; 3].

На современном уровне развития сельскохозяйственной биологической науки невозможно составлять рационы без знания химических свойств основных питательных веществ, процессов их расщепления, скорости и места образования в разных отделах желудочно-кишечного тракта продуктов их гидролиза, а также прогнозирования последующей метаболической судьбы каждого компонента рациона на пути его превращения в животноводческую продукцию. Для молодняка крупного рогатого скота, выращиваемого на мясо, повышение интенсивности роста и получения от него большего и лучшего качества мяса решается, в первую очередь, обеспечением максимально эффективного использования всех питательных веществ как пластического материала для биосинтеза мышечных белков и разработкой технологических приемов регулирующих процессы ферментации в рубце [14]. Успешное решение этих вопросов определяется изучением процессов пищеварения и обмена веществ в организме животных [23; 1].

Цель исследований – изучение влияния качества кормового протеина на процессы пищеварения в рубце у телят в возрасте 3...6 месяцев.

**Методика и объекты исследований.** Экспериментальная часть исследований проведена на молодняке крупного рогатого скота в условиях физиологического корпуса РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству».

Опыт проводили в соответствии с методическими рекомендациями А. И. Овсянникова [19] методом пар-аналогов на бычках белорусской черно-пестрой породы в возрасте 3 месяцев живой массой 98 кг подобранных в группы согласно схемы исследований (таблица 1).

Таблица 1 – Схема исследований

Группа	Количество животных, голов	Продолжительность опыта, дней	Особенность кормления
I контрольная	4	30	ОР с уровнем расщепляемого протеина 80 %
II опытная	4	30	ОР с уровнем расщепляемого протеина 75 %
III опытная	4	30	ОР с уровнем расщепляемого протеина 70 %
IV опытная	4	30	ОР с уровнем расщепляемого протеина 65 %
V опытная	4	30	ОР с уровнем расщепляемого протеина 60 %

Примечание – ОР – основной рацион

Животные при проведении исследований получали общепринятые по структуре и сбалансированные по основным факторам питания рационы в соответствии с нормами кормления (Нормы кормления ..., 2011). В структуре рациона по питательности концентраты занимали 56 % (таблица 2). По энергетической питательности рационы подопытного молодняка были изоэнергетическими и содержали 45,3 МДж обменной энергии. Потребление сырого протеина с рационом находилось на уровне 604 г и носило изопротеиновый характер.

Таблица 2 – Рацион подопытных животных по фактически потребленным кормам, кг/сутки

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Сено злаковое	–	–	–	0,4	0,7
Трава злаково-бобовая	9,4	9,4	9,4	8,7	8,0
Комбикорм КР-2	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Патока кормовая	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
В рационе содержится:					
кормовых единиц	4,05	4,05	4,10	4,14	4,13
обменной энергии, МДж	45,25	45,32	45,76	46,32	46,39
сухого вещества, г	4032	3977	4023	4168	4175
сырого протеина, г	604	594	580	591	567
расщепляемого протеина, г	463	445	408	383	354
нерасщепляемого протеина, г	142	149	172	208	213
расщепляемость протеина, %	77	75	70	65	62
переваримого протеина, г	427	419	409	412	386
сырого жира, г	151	200	186	184	224
сырой клетчатки, г	694	691	690	743	757
крахмала, г	777	702	744	730	687
сахара, г	349	354	392	399	395
кальция, г	35,0	37,1	34,5	34,7	34,1
фосфора, г	17,1	17,5	16,8	17,8	18,3
магния, г	9,1	9,0	8,9	8,8	8,4
серы, г	10,6	11,0	10,4	10,5	10,4
калия, г	41,1	40,5	40,3	42,8	42,9
железа, мг	434,66	439,93	438,40	476,72	500,30
витамина D, тыс. МЕ	7,22	8,40	7,00	6,84	6,62
витамина E, мг	114,00	112,69	112,43	107,80	101,94

Состав комбикормов во всех группах был одинаковым и включал 53 % ячменя, 22 – пшеницы, 25 % – белково-витаминно-минеральной добавки. Основное отличие в питании заключалось в использовании рационов с различной распадаемостью кормового протеина в рубце. Комбикорм животных I контрольной группы включал только натуральные концентрированные корма; распадаемость протеина комбикорма была высокой – 76,0 %. Животные II и III опытной группы получали комбикорм с пониженной распадаемостью протеина (72,0 и 61,9 %), что достигалось за счет замены в составе комбикорма 7 и 45 % нативных ячменя и пшеницы, на аналогичное количество подвергнутое экструдированию. В IV и V опытных группах бычки получали комбикорм с более низкой распадаемостью протеина (58,5 и 56,7 %), что обеспечивалось заменой 75 % зерновой части на соответствующее количество защищенного зерна, подвергнутого экструдированию.

Отбор проб осуществляли по ГОСТ 27262–87 [12]. Химический анализ кормов проводили в лаборатории биохимических анализов РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству» по схеме общего зоотехнического анализа: первоначальную, гигроскопичную и общую влагу [7]; общий азот, сырую клетчатку, сырой жир, сырую золу [4, 6, 8, 9]; кальций, фосфор [10, 11]; каротин [5]; сухое и органическое вещество, БЭВ [30, 31].

Физиологические эксперименты по изучению количественных показателей использования азотистых веществ в сложном желудке бычков проводили методом *in vivo* используя сложнооперированных животных с вживленными хроническими канюлями рубца (Ø 2...5 см). Хирургические методы описаны А. А. Алиевым (1998).

Для получения характеристик распада протеина применяли метод *in sacco*, для чего проводили инкубацию образцов кормов в нейлоновых мешочках (артикул ткани 56003) с диаметром пор 30...40 мкм, размером – 25×9 см, прямоугольной формы, заплавленными или сшитыми двойным плотным стежком. Отношение длины к ширине составило 1,5×1,0, отношение массы пробы к общей площади мешочка – 10...15 мг на 1 см<sup>2</sup>. Инкубацию концентрированных кормов осуществля-

ли в течение 6 часов, грубых – 24 часа [13]. Содержание сырого протеина в кормах и сухом веществе остатка корма после его инкубации проводили по ГОСТ 13496.4–93 [8] из одной и той же пробы корма.

Пробы содержимого рубца брали через фистулу спустя 2...2,5 часа после утреннего кормления в течение двух дней четыре раза в месяц. В рубцовой жидкости, отфильтрованной через 4 слоя марли, определяли: концентрацию ионов водорода (рН) – электропотенциометром марки рН–340; общий и остаточный азот – методом Kjeldahl (2004), белковый – по разнице между общим и остаточным [17]; общее количество ЛЖК – методом паровой дистилляции в аппарате Маркгама (Н. В. Курилов и др., 1987); аммиак – микродиффузным методом в чашках Конвея (И. П. Кондрахин, 2004); количество инфузорий – путем подсчета в 4–сетчатой камере Горяева [17].

Статистическая обработка результатов анализа была проведена методом вариационной статистики с учетом критерия достоверности по Стьюденту [22]. Вероятность различий считалась достоверной при уровне значимости  $P < 0,05$ .

**Результаты исследований и их обсуждение.** Во всей цепи пищеварительных процессов, происходящих в организме жвачных животных, наиболее сложен процесс рубцового пищеварения. Основным местом превращения питательных веществ у жвачных животных являются преджелудки, в которых переваривается 50...85 % сухого вещества или 70 % энергии корма, 95 – легкопереваримых углеводов, 60 – клетчатки, до 80 % протеина корма [1].

Изучение процессов рубцового метаболизма у молодняка крупного рогатого скота при изменении в их рационе уровня распадаемости протеина представляет интерес, так как в рубце происходят процессы расщепления питательных веществ до более простых форм, способных легко проникать в кровь и участвовать в обменных процессах.

В рубце, поступающий с кормом белок под действием ферментов микрофлоры более чем наполовину расщепляется до аминокислот и аммиака, которые используются для синтеза микробного белка. Концентрация аммиака, образующегося в рубце, определяется, в первую очередь, количеством и качеством кормового белка и азотсодержащих небелковых соединений, а также интенсивностью его всасывания и использования для синтеза белка *de novo* [15].

В наших исследованиях (таблица 3), концентрация аммиака в рубцовой жидкости телят V опытной группы находилась на 6,1 % ниже I контрольной. Содержание аммиака в жидкой части рубцового содержимого II и IV опытных групп уступало I контрольной на 14,5 ( $P < 0,05$ ) и 12,6 %, соответственно. Накопление аммиака в рубце аналогов III опытной группы было на 20,6 % ( $P < 0,05$ ) меньше контроля. Избыточное поступление с кормом протеина в рубец способствует образованию большого количества аммиака, который поступая в кровь, вызывает токсикоз, дистрофию печени и других органов.

Таблица 3 – Биохимические и микробиологические параметры рубцового содержимого телят ( $\bar{X} \pm S_x$ )

Группа	рН	ЛЖК, ммоль/дл	Аммиак, мг/мл	Инфузии, тыс./мл
I контрольная	7,0±0,10	10,3±0,40	21,4±0,80	440,0±15,89
II опытная	6,6±0,14	11,9±0,42	18,3±0,52 *	495,0±17,54
III опытная	6,5±0,08 *	12,0±0,22 *	17,0±1,00 *	510,0±14,75 *
IV опытная	6,8±0,07	11,2±0,29	18,7±0,99	480,0±11,80
V опытная	6,9±0,05	10,8±0,24	20,1±0,80	462,0±15,38

Примечание – здесь и далее \* –  $P < 0,05$ ; \*\* –  $P < 0,01$ .

Реакция среды содержимого рубца является важным фактором, определяющим состояние ферментативных процессов, образование метаболитов, их всасывание и использование в организме. Характеризуется реакция среды концентрацией водородных ионов или водородным показателем – рН. Следует отметить, что величина рН рубцового содержимого зависит от многих факторов, в том числе и от фракционного состава протеина [17].

Между концентрацией ионов водорода и аммиаком существует прямая зависимость. Так, высокие уровни аммиака способствовали смещению рН рубцовой жидкости в щелочную сторону. Немаловажное влияние на величину водородного показателя оказывает и содержание ЛЖК, поскольку между ними установлена обратная зависимость.

Под действием ферментов микроорганизмов рубца, поступившие в него углеводы подвергаются гидролизу с последующим образованием летучих жирных кислот [23]. Повышение синтеза ЛЖК во II, III и IV опытных группах на 15,5, 16,5 (P<0,05) и 8,7 % привело к снижению рН на 5,7, 7,1 и 2,9 %, соответственно.

Защищенный денатурацией кормовой протеин становится малодоступным для протеолитических микроорганизмов рубца, что сопровождается снижением распадаемости протеина и приводит к меньшему образованию продуктов его распада.

Количество инфузорий в рубце животных всех групп находилось в пределах близких величин. Наиболее высокие значения расщепляемости сырого протеина – 80, 75, 65 и 60 % ингибировали развитие инфузорий на 5,0...12,5 %. Расщепляемость протеина на уровне 70 % не оказывала негативного влияния на рост клеток инфузорий, увеличив их численность на 15,9 % (P<0,05).

Обмен протеина у жвачных тесно связан с функцией рубца. Часть азотистых соединений, доступных для микрофлоры, подвергается в рубце сложным превращениям, в результате которых они всасываются через стенку в циркулирующую кровь. Другая часть вместе с пищевой массой поступает в сычуг и, продвигаясь по кишечнику, переваривается примерно так же, как у животных с однокамерным желудком. Считается, что процессы, проходящие в рубце, обеспечивают высокую эффективность использования кормового протеина [24].

Содержание азотистых компонентов рубцовой жидкости (таблица 4) является одним из показателей степени усвояемости азота корма, а также общей направленности процессов рубцового пищеварения.

Таблица 4 – Концентрация азотистых веществ в рубцовой жидкости подопытных животных, мг/дл ( $\bar{X} \pm S_{\bar{x}}$ )

Группа	Показатель		
	Общий азот	Белковый азот	Остаточный азот
I контрольная	180,0±1,95	120,4±2,04	59,6±2,59
II опытная	189,0±2,35	127,1±2,50	61,9±3,76
III опытная	193,0±1,05 **	130,0±2,21 *	63,0±2,68
IV опытная	184,0±2,88	126,9±2,82	57,1±1,07
V опытная	181,0±3,14	121,0±2,74	60,0±0,41

Концентрация общего, белкового и небелкового азота в рубце определяется в первую очередь количеством принятого с кормом белка и других азотсодержащих веществ [21]. Поэтому не менее важный вопрос, связанный с повышением переваримости и усвоения корма при участии микроорганизмов у жвачных животных – преобразование в преджелудках протеина, белковых и небелковых азотистых соединений. Анализируя показатели содержания общего, белкового и небелкового азота в рубцовой жидкости, следует отметить, что уровень всех азотистых метаболитов в жидкой части содержимого рубца животных II, III и IV опытных групп оказался выше, чем в других группах. Так, наибольшее количество белкового азота установлено в общем азоте рубца III опытной группы, что выше контроля на 5,7 %. Менее интенсивное образование общего азота отмечено в V опытной группе – 181 мг/мл, что соответствовало уровню I контрольной группы.

Анализ показателей эффективности использования кормов на продукцию является заключительным и одним из важных этапов исследований, позволяющим предварительно оценить практическую значимость полученных результатов (таблица 5).

Таблица 5 – Эффективность использования кормов животными

Показатель	Группа				
	I	II	III	IV	V
Затраты кормов на прирост, корм. ед.	4,59	4,47	4,36	4,50	4,50
± к контрольной группе, %	–	–2,55	–4,96	–2,03	–1,91
Затрачено на 1 кг прироста:					
обменной энергии, МДж	48,88	47,77	46,43	47,79	48,16
± к контрольной группе, %	–	–2,25	–5,00	–2,23	–1,46

Применение в кормлении бычков рационов с понижением уровня расщепляемости сырого протеина способствовало повышению эффективности продуктивного действия корма. Так, затраты кормов во II, IV и V опытных группах уступали контрольному значению на 2,6, 2,0 и 1,9 %, соответственно. Животные III опытной группы на 5,0 % лучше использовали корма на продукцию, чем контрольный молодняк.

Затраты обменной энергии на прирост живой массы у телят II, IV и V опытных групп были ниже, чем в I контрольной на 2,3, 2,2 и 1,5 %, соответственно. Применение рациона с расщепляемостью протеина на уровне 70 % способствовало более эффективному использованию обменной энергии кормов на синтез прироста, а разница с контролем составила 5,0 %.

**Заключение.** Распадаемость сырого протеина в рубце на уровне 70 % в рационах телят в возрасте 3...6 месяцев способствует меньшему накоплению в рубцовой жидкости аммиака на 20,6 %, активизации синтеза ЛЖК на 16,5, увеличению численности инфузорий на 15,9, общего и белкового азота – на 7,2 и 8,0 %. При использовании рационов с расщепляемостью протеина 65...60 % отмечается повышение накопления аммиака на 6,1...12,6 %, при ингибировании роста численности клеток инфузорий, образования комплекса ЛЖК, общего и белкового азота.

По результатам анализа показателей эффективности использования рационов с разным фракционным составом протеина установлено, что экономически оправданными и целесообразными являются рационы с распадаемостью протеина 70 %, так как при этом снижаются как затраты кормов так и обменной энергии на продукцию на 5,0 %.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Алиев, А. А. Обмен веществ у жвачных животных / А. А. Алиев. – М. : НИЦ "Инженер", 1997. – 420 с.
2. Алиев, А. А. Экспериментальная хирургия : учеб. пособие / А. А. Алиев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : НИЦ "Инженер", 1998. – 445 с.
3. Ваттио, М. А. Протеиновый метаболизм у молочных коров / М. А. Ваттио // Основные аспекты производства молока. – Университет Висконсина, Мэдисон, США, 1994. – 4 с.
4. ГОСТ 13496.15–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания сырого жира = Forages, compound feeds, raw material for compound feeds. Methods for determining the raw fat content. – Введ. 01.01.99 ; взамен ГОСТ 13496.15–85. – Мн., 1997. – 12 с.
5. ГОСТ 13496.17–95. Корма. Методы определения каротина = Forage. Methods for determining carotin. – Введ. 01.01.97 ; взамен ГОСТ 13496.17–84. – Мн., 1995. – 8 с.
6. ГОСТ 13496.2–91. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения сырой клетчатки = Fodder mixed fodder and mixed fodder raw material. Method for determination of raw cellular tissue. – Введ. 01.07.92 ; взамен ГОСТ 13496.2–84. – Мн., 1992. – 6 с.
7. ГОСТ 13496.3–92. Комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения влаги = Compound feeds, raw material. Methods for determination of moisture. – Введ. 01.01.93 ; взамен ГОСТ 13496.3–80. – Мн., 1992. – 4 с.
8. ГОСТ 13496.4–93. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения содержания азота и сырого протеина = Fodder, mixed fodder and animal feed raw stuff. Methods of nitrogen and crude protein determination. – Введ. 01.01.95 ; взамен ГОСТ 13496.4–84. – Мн., 1993. – 17 с.
9. ГОСТ 26226–95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения сырой золы. – Введ. 01.01.97 ; взамен ГОСТ 26226–84. – Мн., 1995. – 8 с.
10. ГОСТ 26570–95. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Методы определения кальция. – Введ. 01.01.97 ; взамен ГОСТ 12570–85. – Мн., 1995. – 16 с.
11. ГОСТ 26657–97. Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Метод определения содержания фосфора. – Введ. 01.01.99 ; взамен ГОСТ 26657–85. – 9 с.
12. ГОСТ 27262–87. Корма растительного происхождения. Методы отбора проб = Vegetable feeds. Sampling methods. – Введ. 01.07.1988. – М., 1987. – 9 с.
13. ГОСТ 28075–89. Корма растительные. Метод определения расщепляемости сырого протеина = Vegetable fodder. Method for the determination of crude protein splitting. – Введ. 01.01.90. – М., 1989. – 4 с.
14. Дускаев, Г. К. Научно–практическое обоснование новых подходов к регуляции обмена веществ в организме молодняка крупного рогатого скота и повышению эффективности использования кормов при производстве говядины : автореф. дисс. ... д-ра биол. наук / Дускаев Г.К. – Оренбург, 2009. – 47 с.
15. Изучение пищеварения у жвачных : методические указания / Н. В. Курилов [и др.] ; Всерос. науч.–исслед. ин-т физиологии и биохимии питания с.-х. животных. – Боровск, 1987. – 96 с.
16. Мальчевская, Е. Н. Оценка качества и зоотехнический анализ кормов / Е. Н. Мальчевская, Г. С. Миленская. – Минск : Ураджай, 1981. – 143 с.
17. Методы ветеринарной клинической лабораторной диагностики : справочник / под ред. И. П. Кондрахина. – М. : КолосС, 2004. – 520 с.
18. Нормы кормления крупного рогатого скота : справочник / Н. А. Попков [и др.]. – Жодино : РУП «Научно–практический центр Национальной академии наук Беларуси по животноводству», 2011. – 260 с.

19. Овсянников, А. И. Основы опытного дела в животноводстве / А. И. Овсянников. – М. : Колос, 1976. – 304 с.
20. Петухова, Е. А. Зоотехнический анализ кормов / Е. А. Петухова, Р. Ф. Бессабарова, Л. Д. Холенева. – М. : Агропромиздат, 1989. – 239 с.
21. Погосян, Д. Г. Использование защищенного протеина в кормлении крупного рогатого скота : монография. – Пенза: РИО ПГСХА, 2011. – 142 с.
22. Рокицкий, П. Ф. Биологическая статистика / П. Ф. Рокицкий. – Изд. 3-е, исправл. – Мн. : Вышэйшая школа, 1973. – 320 с.
23. Физиологические потребности в питательных веществах и нормирование питания молочных коров / В. И. Агафонов [и др.]. – Боровск, 2001. – 136 с.
24. Фицев А. И., Воронкова Ф. В. Современные тенденции в оценке и нормировании протеина для жвачных. – М., 1986. – 55 с.
25. Харитонов, Е. Л. Физиология и биохимия питания молочных коров / Е. Л. Харитонов. – Боровск : Изд-во «Оптима Пресс», 2011. – 372 с.
26. Agabriel, J. (2013). Alimentation des bovins, ovins et caprins : Besoins des animaux – Valeurs des aliments. Tables Inra 2007. Mise à jour 2010. Traduction en chinois. Versailles – Peking, France – Chine : Quae Editions – China Agricultural University Press. – 294 p.
27. Influence of amount and degradability of protein on production of milk and milk components by lactating Holstein cows / R. A. Cristensen, G. L. Lynch, J. H. Claark, Y. Yu // J. Dairy Sci. – 1993. – N 76. – P. 3490–3496.
28. Influence of ruminally degradable carbohydrates and nitrogen on microbial crude protein supply and N efficiency of lactating Holstein cows / R. A. Sannes, D. B. Vagnoni, M. A. Messman // J. Anim. Sci. – 2000. – V. 78. – Supple 1–1247.
29. Influence of source and amount of dietary protein on milk yield by cows in early lactation / K. D. Cunningham, M. J. Cecava, T. R. Johnson, P. A. Ludden // J. Dairy Sci. – 1996. – N 79. – P. 620–630.
30. Milk yield and composition of lactating cows fed steam-flaked sorghum and graded levels of ruminally degradable protein / F.A.P. Santos, J. T. Huber, C. B. Theurer, R. S. Swingle, J. M. Simas, K. H. Chen, P. Yu // J. Dairy Sci. – 1998. – V. 81. – P. 215–220.
31. Protein as the first-limiting nutrient for lactating dairy cows fed high proportions of good quality alfalfa silage / T. R. Dhiman, L. D. Satter // J. Dairy Sci. – 1993. – N 76. – P. 1960–1971.
32. Wattiaux, M. A. Technical Dairy Guide: Nutrition and Feeding / M. A. Wattiaux. – University of Wisconsin, Madison, USA, 1998. – 124 p.