

летнее использование и высокую пожизненную молочную продуктивность коров / В. И. Шляхтунов // Проблемы и перспективы развития животноводства : материалы международной научно-практической конференции, посвященной 85-летию биотехнологического факультета, г. Витебск, 31 октября – 2 ноября 2018 года. – Витебск : УО ВГАВМ, 2018. – С. 59–61. 6. Продуктивные показатели симментальских коров и помесей с голштинами [Электронный ресурс]. – Точка доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/problemy-i-tendentsii-razvitiya-molochnogo-zhivotnovodstva-v-rossii>. – Дата доступа : 15.08.2021. 7. Маринченко, Т. Е. Факторы влияния на молочное скотоводство // Эффективное животноводство. 2020. №5 (162). [Электронный ресурс]. – Точка доступа : <https://cyberleninka.ru/article/n/factory-vliyaniya-na-molochnoe-skotovodstvo>. – Дата доступа : 15.08.2021. 8. Панин, В. А. Особенности формирования показателей молочной продуктивности первотёлок разных генотипов / В. А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета, 2016. – № 4(60). – С. 127–130. 9. Панин, В. А. Оценка генотипа по генам CSN3 и LGB, влияющим на синтез молочного белка и жира в молоке симментальских коров / В. А. Панин // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2020. – № 1(81). – С. 197–201. 10. Панин, В. А. Показатели качества молока симментальских и голштин х симментальских коров / В. А. Панин // Горное сельское хозяйство. – 2017. – № 2. – С. 135–144.
УДК 636.2.084.085.5.087

РАСТВОРИМОСТЬ СЫРОГО ПРОТЕИНА В КОРМАХ СУТОЧНОГО РАЦИОНА И ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЕГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КРУПНЫМ РОГАТЫМ СКОТОМ

Петренко В.И., Козырь В.С., Димчя Г.Г., Майстренко А.Н.
ГУ Институт зерновых культур НААН, г. Днепр, Украина

*Изложены результаты исследований по перевариванию и превращения органического вещества и сырого протеина в отдельных участках желудочно-кишечного тракта бычков красной степной породы с дуоденальными и илеоцекальными анастомозами при скормливании им сено-концентратных рационов с разным уровнем растворимого протеина. Оценивали баланс азота по классической схеме «корм минус кал» и по количеству протеина, всосавшегося в тонком кишечнике. Сравнивали потери азота с мочой не по общему его количеству, а по доле мочевинового азота. Установлено, что снижение растворимости сырого протеина в кормах рациона с 58,34% до 39,42% способствовало уменьшению выделения мочевого азота на 53,02%. **Ключевые слова:** органическое вещество, протеин, растворимость, переваримость, доступность, желудок, кишечник.*

SOLUBILITY OF NERO PROTEIN IN DAILY FOOD AND EFFICIENCY OF ITS USE BY CATTLE

Petrenko V.I., Kozyr V.S., Dimchia G.G., Maystrenko A.N.
State Institution Institute of Grain Crops NAAS, Dnipro, Ukraine

The results of studies of the conversion of dry matter, organic matter and crude protein in certain areas of the gastrointestinal tract of red steppe bulls with duodenal and ileocecal anastomoses when fed with hay-concentrate rations with different levels of soluble protein are presented. The nitrogen balance was assessed according to the classical

*scheme "food minus feces" and by the amount of protein absorbed in the small intestine. The loss of nitrogen with urine was compared not by its total amount, but by the proportion of urea nitrogen. It was found that a decrease in the solubility of crude protein in ration feed from 58,34% to 39,42% contributed to a decrease in the excretion of urinary nitrogen by 53,02%. **Keywords:** organic matter, protein, solubility, digestibility, availability, stomach, intestines.*

Введение. Эффективность использования протеина кормов жвачными животными во многом зависит от его растворимости в желудочном соке. В связи с этим во многих странах мира интенсивно изучается и остается актуальным вопрос доступности протеина суточного рациона для крупного рогатого скота [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7]. Было установлено, что применявшаяся ранее методика определения баланса азота по разнице «корм минус кал» у жвачных животных не отражает действительных размеров усвоения протеина в организме [1, 2, 3, 7]. Эффективнее всего жвачные используют те протеины кормов, которые медленнее гидролизуются в рубце и, в основном, перевариваются в кишечнике. Количество всосавшегося в тонком кишечнике протеина стало мерой доступности его для животных. Для снижения количества расщепляющегося протеина в рационах для крупного рогатого скота использовались различные приемы: подбор ингредиентов рациона с низкой расщепляемостью протеина, обработка, формальдегидом, кислотами, щелочами, капсулирование в специальные капсулы, автоклавирование, обработка сухим теплом, паром и другие. Разрабатывались различные приемы наложения фистул и анастомозов на пищеварительный тракт животных [2, 3, 8] для прямого определения количества всосавшегося в тонком кишечнике протеина. При этом наиболее точный результат получают при оценке суточного количества химуса, проходящего через тонкий кишечник и определения его состава.

Материал и методы исследований. Исследования проводили на бычках красной степной породы живой массой 330-350 кг с наложенными дуоденальными [2, 3] и илеоцекальными анастомозами по Синещекову [8]. Скармливали сеноконцентратные рационы, состоящие из злакового сена – 6 кг и гороховой дерти: 2,6 кг из нативного гороха – контрольный рацион и 2,4 кг прожаренного (при температуре 105оС) – опытный рацион. Минеральные подкормки животные получали в равном количестве. Рационы различались только разным уровнем растворимого сырого протеина (58,34% от сырого протеина в контроле и 39,42% в опыте).

На исследуемых рационах животные выдерживались не менее 21 дня при строгом учете съеденных кормов, выпитой воды и остатков кормов. Затем проводились суточные измерения количеств дуоденального и илеоцекального химусов, кала и мочи. Пробы дуоденального и илеоцекального химуса отбирали каждый час (4% от прошедшего за час дуоденального и 2% – илеоцекального) и сразу инактивировали кипячением. Для определения аммонийного и мочевинового азота пробы химуса замораживали. Кал и мочу консервировали и отбирали среднюю пробу из суточного количества. Мочевинный азот мочи определяли в 6–8 порциях свежей мочи. Доступность протеина определяли по количеству, всосавшемуся в тонком кишечнике, а эффективность использования азота – по соотношению мочевинового азота в моче к общему выделенному азоту [9, 10]. Весь цифровой материал обрабатывали статистически [11].

Результаты исследований. После прожаривания гороха при оптимальной температуре (105оС) растворимость протеина снизилась 93,5 до 45,0%. Потребле-

ние кормов животными на исследуемых рационах различалось мало и составляло 2,17 и 2,01 кг сухого вещества на 100 кг живой массы (табл.1). При скармливании опытного рациона потребление органического вещества животными было на 5% ниже, сырого протеина – на 3,7%, чем на контрольном рационе. В то же время, по количеству потребленных растворимого и расщепляемого протеина различия были статистически достоверными ($P < 0,05$ и $P < 0,02$) и достигали 35 и 20%.

Таблица 1 – Общая характеристика кормления

Показатели	Контроль	Опыт
Потреблено: сухих веществ, г/сутки	7265,58 ± 121,182	6901,44 ± 355,561
органических веществ, г/сутки	6830,8 ± 106,28	6491,2 ± 329,71
сырого протеина, г/сутки	1372,0 ± 15,77	1321,5 ± 52,53
растворимого протеина, г/сутки	804,55 ± 7,623	521,05 ± 22,204*
% от сырого протеина	58,34 ± 0,392	39,42 ± 0,115*
расщепляемого протеина, сутки	1005,51 ± 7,871	801,2 ± 32,82
% от сырого протеина	72,94 ± 0,253	60,62 ± 0,136*
Концентрация энергии, МДж/кг сух. вещества	10,84	10,99
Концентрация протеина, г/кг сух. вещества	186,4	190,1
Выпито воды, л/сутки	21,25 ± 3,252	25,32 ± 0,764

* $P < 0,05$

Очевидно, в связи с этим видимые пищеварительные процессы у бычков на опытном рационе протекали менее интенсивно (табл. 2). Так, суточные количества дуоденального и илеоцекального химусов, а также мочи, у них были на 21–25% меньшими, по сравнению с контрольным рационом с более высоким уровнем растворимого и расщепляемого протеина, а выделение кала – на 10% большим, как в натуральном виде, так и в расчете на единицу потребленного сухого и органического вещества.

В сложном желудке переваримость сухого и органического вещества на обоих рационах была близкой и составляла, соответственно, 58–59% и 66–65%. Естественно, в тонком кишечнике их также поступало практически одинаковое количество. Разница по сухому веществу составляла 7%, по органическому – 5% в сторону уменьшения на опытном рационе. В тонком кишечнике на опытном рационе с меньшим уровнем растворимого и расщепляемого протеина количество переваренного сухого вещества было достоверно большим ($P < 0,05$), по сравнению с контрольным рационом. Относительно к потребленному сухому веществу величины переваримости составляли 15,5 и 18,8%, соответственно на контрольном и опытном рационах, а к поступившему в тонком кишечнике – 37,8 и 46,9%.

Таблица 2 – Общая характеристика пищеварения

Показатели	Контроль	Опыт
Выпито воды, л/сутки	21,25 ± 3,252	25,32 ± 0,764
Прошло дуоденального химуса, л/сутки	94,49 ± 1,385	71,57 ± 9,308
л/кг СВ	13,01 ± 0,071	10,32 ± 0,812
л/кг ОВ	13,83 ± 0,114	10,98 ± 0,875
Прошло илеоцекального химуса, л/сутки	23,37 ± 4,256	18,25 ± 5,051

л/кг СВ	3,22 ± 0,542	2,56 ± 0,653
л/кг ОВ	3,41 ± 0,573	2,78 ± 0,646
Выделено кала, кг/сутки	7,5 ± 1,38	8,32 ± 0,211
кг/кг СВ	1,03 ± 0,175	1,21 ± 0,092
кг/кг ОВ	1,1 ± 0,18	1,28 ± 0,105
Выделено мочи, л/сутки	8,66 ± 0,345	6,88 ± 0,053
л/ кг СВ	1,19 ± 0,032	1,0 ± 0,05
л/кг ОВ	1,27 ± 0,025	1,06 ± 0,058
Средняя живая масса животных, кг	334,5 ± 1,53	343,0 ± 40,22
Обменная масса (ЖМ ^{0,75}), кг	78,29	82,96

Примечание: СВ – сухое вещество, ОВ – органическое вещество, ЖМ – живая масса.

В тонком кишечнике бычков на опытном рационе, по сравнению с контрольным, поступало за сутки на 5,8% больше общего азота (от потребленного 63,8 и 58,1%), в том числе на 32% меньше белкового (от потребленного 35,9 и 43,8%), на 41,9% больше небелкового (в % от потребленного 149,8 и 102,5), на 33,0% меньше аммонийного азота и на 39,7% меньше мочевинового. То есть, увеличение поступления общего азота в кишечник, относительно контроля, происходило за счет снижения количеств аммонийного и мочевинового азота.

При большем поступлении протеина в тонком кишечнике бычков на опытном рационе, всасывание большинства их было также большим, по сравнению с контролем. Так, общего азота всасывалось на 22% больше, небелкового на 42,7%, при практически равном количестве всосавшегося белкового азота. В целом можно констатировать, что на опытном рационе при одинаковом потреблении протеина, но существенном уменьшении растворимости и расщепляемости, всасывание его в тонком кишечнике и эффективность использования увеличивалось.

Поступление протеина в толстом кишечнике бычков на изучавшихся рационах было разным. Общего азота на опытном рационе поступало на 20% меньше, по сравнению с контрольным, в том числе белкового – на 30%, аммонийного – на 80%, мочевинового – на 77%. По отношению к потребленному эта разница составляла 4–6%. переваримость или изменения разных форм азота в толстом кишечнике на опытном рационе носили разнонаправленный характер против контроля. Происходило некоторое увеличение количества общего и белкового азота (4,0 и 3,5% от потребленного с кормами и около 20% от поступившего). В то же время, на контрольном рационе количество всех форм азота уменьшалось примерно на те же величины. Можно предположить, что при снижении растворимости и расщепляемости протеина в опытном рационе на участке толстого кишечника происходил более интенсивный синтез микробного белка, что и обусловило повышение количества азота. При этом выделение его с калом было на 29,7% большим против контроля. По отношению к принятому с кормами это составляло 23% против 17% в контроле.

Потребление общего, белкового и небелкового азота на обоих рационах было одинаковым. Существенно меньше ($P \leq 0,05$) на опытном рационе бычки потребляли растворимого протеина и на 13% меньше расщепляемого. В результате переваривание протеина более интенсивно происходило на контрольном рационе с высоким уровнем растворимого и расщепляемого протеина, о чем свидетельствуют как большие количества аммонийного и мочевинового азота в дуоденальном химусе, так и величины изменений разных фракций азота в сложном желудке. Так, общего

азота в сложном желудке на опытном рационе переваривалось на 16,9% меньше, по сравнению с контролем, а белкового азота – на 9,6% больше. Количество небелкового азота при этом возрастало на обоих рационах, но степень увеличения была не одинаковой, 1,5% в контроле и 49,5% в опыте.

Очевидно, на контрольном рационе более интенсивное расщепление протеина в преджелудках способствовало накоплению больших количеств аммиака, который частично использовался в синтезе микробного протеина и переходили с химусом в тонкий кишечник, а излишки в значительном количестве всасывались из рубца.

Во всем желудочно-кишечном тракте общая видимая переваримость протеина, в % от потребленного, была близкой, хотя в абсолютных величинах на опытном рационе она была на 10,5% меньшей. Выделение азота с мочой на обоих рационах было одинаковым, однако на опытном рационе доля мочевинового азота в составе мочи составляла всего 35% против 74% в контроле, что свидетельствует о значительном обесценивании протеина корма на рационе с высоким уровнем растворимого протеина (табл. 3).

Таблица 3 – Общая переваримость азотистых веществ в желудочно-кишечном тракте бычков

Показатели	Контроль	Опыт
Выделено с калом, г/сутки:		
- азота общего	36,83±8,935	47,78±0,831
% от потребленного с кормами	16,8	22,6
- азота белкового	31,88±7,191	40,07±1,404
% от потребленного с кормами	19,2	25,1
- азота небелкового	4,95±1,736	7,71±0,585
% от потребленного с кормами	2,3	3,7
Переварено во всем организме, г /сутки:		
- азота общего	182,69±6,412	163,67±7,573
% от потребленного	83,22	81,95
- азота белкового	134,17±6,024	119,46±4,602
% от потребленного	61,12	56,5
- азота небелкового	48,52±0,401	44,21±2,988
% от потребленного	90,73	85,15
Выделено азота с мочой, г/сутки	104,18±12,365	104,73±7,991
- в том числе мочевинового, г/сутки	76,89±6,092	36,12±3,793
% от общего	74,15	34,95
Выделено азота всего (кал + моча), г/сутки	141,01±3,373	152,51±7,175
Отложено азота по классической схеме, г	78,5	58,9
в % от потребленного	35,8	27,9

Таким образом, при использовании изоэнергетических, изопротеиновых рационов одно только изменение растворимости протеина оказывает существенное влияние на переваримость и усвоение питательных веществ в организме животных. Наибольшие изменения происходили в сложном желудке и тонком кишечнике.

На контрольном рационе при высоком уровне растворимого протеина в сложном желудке происходило более интенсивное расщепление белковых веществ, в

дуоденальном химусе имел место более высокий уровень аммонийного и мочевиного азота, чем на опытном рационе с пониженным уровнем растворимого протеина, где в тонком кишечнике поступало больше протеина и больше его всасывалось. При этом большую часть составлял, очевидно, протеин кормового происхождения.

Интенсивное расщепление протеина в сложном желудке бычков на контрольном рационе обусловило интенсивное выделение мочевиного азота с мочой, то есть обесценивание протеина кормов.

В толстом кишечнике переваримость протеина на контрольном и опытном рационах находилась в пределах 4–5% от принятого с кормом, однако носила разнонаправленный характер. В контроле количество азота уменьшалось, на опытном рационе – возрастало. Интерпретировать эти данные без количественного учета синтеза микробного белка в сложном желудке и толстом кишечнике, а также переваримости отдельных углеводов затруднительно. Следует отметить, что роль толстого отдела кишечника в переваривании питательных веществ кормов изучена явно недостаточно. В нашем опыте при использовании в опытном рационе прожаренного гороха, что обусловило снижение растворимости протеина, ориентировочный прирост живой массы бычков составлял 1280 г/сутки против 930 г на контрольном рационе с нативным горохом.

В перспективе, несмотря на определенную трудоемкость, необходимы дальнейшие исследования на животных с двойными анастомозами для точной оценки усвоения питательных веществ в разных отделах желудочно-кишечного тракта и корректировки предложенных уравнений по оценке доступности их у крупного рогатого скота.

Заключение. 1. Прожаривание зерна гороха при оптимальной температуре 100-105оС снижает растворимость протеина в минеральном буфере на 48,9%.

2. Снижение в сенно-концентратном рационе количества растворимого протеина на единицу энергии способствует меньшему расщеплению протеина в сложном желудке бычков, большему поступлению его и всасыванию в тонком кишечнике, то есть большей доступности для животного.

3. При повышенном уровне растворимого протеина в рационе возрастает доля мочевины в моче и увеличивается обесценивание протеина кормов.

Литература. 1. Verite R., Journet M., Jarrige R. A new system for the protein feeding of ruminants: The PDI system. *Livestock Prod. Sci.* 1979. Vol. 6. P. 349–367. 2. Василевский Н. В., Берус М. В., Злобина Г. С., Цюпко В. В. Новый способ оценки влияния количества и качества сырого протеина корма на его переваривание в желудочно-кишечном тракте бычков. *Новое в методах зоотехнических исследований: материалы конф. / Ин-т животноводства УААН. Харьков, 1992. Ч. 2. С. 26–30.* 3. Злобина Г. С., Берус М. В., Василевский Н. В., Бублик В. Н., Цюпко В. В. Методы оценки сырого протеина корма для переваривания в тонком кишечнике и система нормирования протеина для крупного рогатого скота. *Новое в методах зоотехнических исследований: материалы конф. / Ин-т животноводства УААН. Харьков, 1992. Ч. 2. С. 8–13.* 4. Tamminga S., W. M. van Straalen, A. P. J. Subnel, R.G. M. Meijer, A. Steg, C. J. G. Wever, M. C. Blok (1994). The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. *Livest. Prod. Sci.*, 40, P. 139–155. [https://doi.org/10.1016/03016226\(94\)90043-4](https://doi.org/10.1016/03016226(94)90043-4). 5. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle: [7th rev.ed.]*. Natl. Acad. Press, Washington, DC. 6. Fox D. G., L. O. Tedeschi, T. P. Tytlutki, J. B. Russel, M. E. Van Amburg, L. E. Chase, A. N. Pell, and T. R. Overton. The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2004. Vol. 112. P. 29–78.

<https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006>. 7. Bateman, H. G.H., J. H. Clark, M. R. Murphy. Development of a system to predict feed protein flow to the small intestine of cattle. *J. Dairy Sci.* 2005. Vol. 88. P. 282-295. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(05\)72686-2](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(05)72686-2). 8. Синещев А. Д. Биология питания сельскохозяйственных животных. Москва: Колос, 1965. 399 с. 9. Мейлус П. И. Изменения некоторых показателей метаболизма в рубце, физиологическое состояние и продуктивность коров при скармливании им мочевины различными способами: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Каунас, 1964. 24 с. 10. Свириденко В. А., Каплан В. А. Оценка усвояемости жвачными животными азота корма по доле азота мочевины в общем азоте мочи. Методики исследований в животноводстве: тезисы докл. науч. конф. / Науч.-исслед. ин-т животноводства Лесостепи и Полесья УССР. Харьков, 1966. – С. 108–111. 11. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика: [изд. 2-е, испр.]. Минск: Вышэйш. школа, 1967. – 328 с.

УДК 631.115.2/631.145:636.2.034

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ПРОЦЕССА МАШИННОГО ДОЕНИЯ КОРОВ В ОАО «АГРО-ЛЯСКОВИЧИ» ПЕТРИКОВСКОГО РАЙОНА

Пилецкий И.В., Логвинко С.В.

УО «Витебская ордена «Знак Почёта» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

*Проведенными исследованиями по использованию трехгранной сосковой резины в доильных аппаратах при доении коров в сельскохозяйственном предприятии ОАО «Агро-Лясковичи» установлено, что в хозяйстве есть определенные резервы увеличения производства молока. Комплектование доильных аппаратов УИД-07.000 сосковой резиной Impulse IP15-01 при доении коров в доильных залах позволяет полнее раскрыть потенциал животных, повысить продуктивность молочного стада. Так при доении коров в хозяйстве подвесной частью УДА-08 и сосковой резиной Impulse IP15-AIR удой за 305 дней лактации на одну корову составил 4147 кг, что больше на 235 кг или на 6,01% результата сосковой резины ДД-041. Аналогично были выше и массовые доли жира и белка. **Ключевые слова:** доильный аппарат, подвесная часть, производство молока, массовая доля жира, массовая доля белка, сосковая резина, среднесуточный удой.*

IMPROVING THE PROCESS OF MACHINE MILKING OF COWS IN ОАО "AGRO-LYASKOVICHI" PETRIKOVSKY DISTRICT

Piletskiy I.V., Logvinko S.V.

Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine, Vitebsk, Republic of Belarus

Studies on the use of triangular liner rubber in milking machines for milking cows at the agricultural enterprise ОАО "Agro-Lyaskovichi" found that the farm has certain reserves for increasing milk production. Completing UID-07.000 milking machines with Impulse IP15-01 teat liners when milking cows in milking parlors allows to fully reveal the potential of animals, to increase the productivity of the dairy herd. So, when milking cows on the farm with the UDA-08 suspension part and Impulse IP15-AIR liner, the milk yield per 305 days of lactation per cow was 4147 kg, which is 235 kg more or 6.01% more than the result of DD-041 liner. The mass fractions of fat and protein were similar-