



*Effective control of the quality and safety of livestock products is possible only with the implementation of a scientifically grounded complex of veterinary and sanitary and general economic measures. The goal of our work was to develop effective ways to sanitize clothing and footwear of workers in the livestock industry. The studies were carried out following the current methodological approaches that are used in agriculture and veterinary medicine. Based on the results of the research carried out, two methods and one device have been developed to ensure a high level of veterinary and sanitary measures in animal husbandry. It has been proven that for the sanitization of clothing of workers in the animal husbandry industry, it is effective to use a disinfectant, which includes the sodium salt of dichloroisocyanuric acid (0.09–0.36 %), adipic acid (0.01–0.04 %), sodium bicarbonate (0.01–0.04 %), sodium carbonate (0.003–0.01 %), water (99.887–99.55 %) when exposed for 30 minutes. For disinfection of workers' footwear, it is advisable to use disinfectants filled with a disinfectant that contains dichlorantoin (0.021–0.21 %), 5,5-dimethylhydantoin (0.0164–0.164 %), a dispersant (0.012–0.12 %), anionic surfactants (0.005–0.05 %), corrosion inhibitor (0.01–0.1 %), filler (0.0356–0.356 %) and water (99.9–99.0 %). An innovative device for cleaning and disinfection is proposed - a shoe disinfector, which consists of a waterproof box with a bottom wider than the top, filled with a disinfectant solution, a branch pipe for removing waste solution, a brush shaft, which is fixed in the upper part of the waterproof box, an electric motor with a rotational speed 2 rev/s., which serves as a drive shaft brush, control panel with a start button and a stop button. The proposed developments complement the existing regulations on veterinary and sanitary measures at livestock farms and complexes.*

*Keywords: disinfection, method, footwear, clothing, disinfectant, disinfector.*

УДК 636.2.084.085.5.087

DOI 10.32900/2312-8402-2021-125-140-153

## **ПЕРЕВАРИМОСТЬ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В РАЗНЫХ ОТДЕЛАХ ПИЩЕВАРИТЕЛЬНОГО ТРАКТА БЫЧКОВ ПРИ СНИЖЕНИИ КОЛИЧЕСТВА РАСТВОРИМОГО ПРОТЕИНА В РАЦИОНЕ**

**Петренко В. И.**, к. б. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-1716-6248>

**Козырь В. С.**, д. с.-х. н., профессор, академик НААН,

<https://orcid.org/0000-0002-0275-475x>

**Димчя Г. Г.**, к. с.-х. н., с. н. с., <https://orcid.org/0000-0002-9297-3138>

**Майстренко А. Н.**, к. с.-х. н. <https://orcid.org/0000-0001-6543-3083>

Институт зерновых культур НААН

*На бычках красной степной породы с дуоденальными и илеоцекальными анастомозами при скармливании изоэнергетических, изопротеиновых сенно-концентратных рационов с разным уровнем растворимого протеина (РсП) и расщепляемого протеина (РцП) изучали превращения сухого вещества (СВ), органического вещества (ОВ) и сырого протеина (СП), отдельно в сложном желудке, тонком (ТнК) и толстом (ТсК) отделах кишечника. Оценивали баланс азота по количеству протеина, всосавшегося в ТнК, а потери с мочой по доле мочевинового азота.*



*Рацион состоял из сена костра безостого, гороховой дерти, минеральных подкормок. Различное количество РсП в рационах достигалось скармливанием натуральной гороховой дерти (контроль) и дерти из прожаренного гороха при температуре 105°C (опыт).*

*В сложном желудке переваримость СП на опытном рационе с пониженным уровнем РсП была на 10 % меньшей. На контрольном рационе с высоким уровнем РсП в ТнК поступало больше аммонийного азота.*

*В ТнК переваримость СВ и ОВ при скармливании опытного рациона была на 8–10 % выше.*

*В ТсК на контрольном рационе количество СВ, ОВ и СП уменьшалось на 5,6-7,5 %, на опытном –практически не изменялось.*

*При скармливании опытного рациона с повышенным уровнем НРцП в ТнК поступало больше азота и на 10 % больше переваривалось, чем в контроле. Рассчитанный баланс азота по классической схеме не отражал истинного количества его, усвоенного в организме.*

*На контрольном рационе с повышенным уровнем РсП происходило обесценивание значительной части протеина кормов из-за большего на 40 % выделения в моче азота в составе мочевины.*

**Ключевые слова: органическое вещество, протеин, растворимость, переваримость, доступность, сложный желудок, тонкий, толстый кишечник**

В последние десятилетия во многих странах интенсивно изучается вопрос доступности протеина для молочного и откормочного поголовья крупного рогатого скота. [1–14]. 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 [1–3, 7]. Эффективнее всего жвачные используют те протеины кормов, которые медленнее гидролизуются в рубце и, в основном, перевариваются в кишечнике. Для определения расщепляемости протеина в преджелудках применяются методики нейлоновых мешочков, которые с пробами кормов помещаются на определенное время в рубец животных. Однако, из-за неоднозначности получаемых результатов большее распространение получили методы инкубации проб кормов в минеральных буферах, которые по составу близки к рубцовой жидкости животных. 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 растворимостью и 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, 15] для прямого определения количества всосавшегося в тонком кишечнике протеина. Однако метод двойных анастомозов оказался слишком трудоемким, не позволял использовать большое количество животных. Поэтому широкое распространение получили работы с попытками определить в опытах только с одной дуоденальной канюлей поток питательных веществ в тонкий кишечник и потом расчетным путем прогнозировать поступление в кишечник протеина [1–6, 8, 10]. Многие из предложенных систем оценки при проверке давали грубые ошибки [7]. Наиболее удовлетворительные результаты показывали системы оценки, разработанные в последние десятилетия в США и Голландии [5, 12, 14].



Удобную модель дуоденальной фистулы и способ оценки поступления протеина в ДПК предложили ученые Института животноводства НААН Украины [2, 3]. В любом случае наиболее точный результат получают при оценке суточного количества химуса, проходящего через ТнК и определения его состава. Несмотря на определенную трудоемкость таких исследований, они остаются актуальными.

В связи с вышеизложенным, целью нашей работы было в опытах на бычках с дуоденальными и илеоцекальными анастомозами изучить, при использовании изоэнергетических, изопротеиновых сенно-концентратных рационов с разным уровнем растворимого протеина, превращение сухих, органических и азотистых веществ в разных отделах пищеварительного тракта и оценить истинную доступность протеина для животных.

**Материалы и методы исследований.** Исследования проводили на 2-х бычках красной степной породы живой массой 330–350 кг с наложенными дуоденальными (6–10 см от пилоруса) [2, 3] и илеоцекальными анастомозами по Синешеву [15]. Скармливали изоэнергетические, изопротеиновые сенно-концентратные рационы, состоящие из злакового сена (костер безостый) – 6 кг и гороховой дерти: 2,6 кг из нативного гороха – контрольный рацион и 2,4 кг из прожаренного при температуре 105 °С – опытный рацион. Обработку гороха производили на барабанных сушилках типа АВМ. Отработана также технология суховоздушной обработки на сушилках шахтного типа, которые используются обычно на комбикормовых заводах и зерноперерабатывающих предприятиях. Оптимальная температура обработки 100–105 оС.

Минеральные подкормки животные получали в равном количестве. Рационы различались только разным уровнем РсП (58,34 % от СП в контроле и 39,42 % в опыте).

На исследуемых рационах животные выдерживались не менее 21 дня при строгом учете съеденных кормов, выпитой воды, 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, 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. Каждый рацион скармливали поочередно двум животным методом периодов.

В образцах кормов, остатках кормов, химусах и кале определяли: количество СВ – по ГОСТ 27548-87, Сз – по ГОСТ 26226-95, СП – по ГОСТ 13496.4-93, РсП – инкубацией проб кормов в минеральном буфере Мак-Даугала в модификации Зверева и Харченко [16], РщП – расчетным методом по Verite et al. 1979 [1], принимая, что в преджелудках расщепляется весь растворимый протеин и 35% нерастворимого, НРщП – расчетным методом, аммонийный и мочевиновый азот – диффузным методом по Конвею [17] в модификации Каплана и Свириденко [18], доступность протеина – по количеству, всосавшемуся в тонком кишечнике, эффективность использования азота – по соотношению мочевинового азота в моче к общему выделенному азоту [19, 20]. Весь цифровой материал обрабатывали статистически [21].

**Результаты исследований.** После прожаривания гороха при температуре 105оС растворимость протеина снизилась 93,5 до 45,0%. Потребление кормов животными на исследуемых рационах различалось мало и составляло 2,17 и 2,01 кг СВ на 100 кг живой массы (табл.1). При скармливании опытного рациона



Таблица 1

**Общая характеристика кормления**

Показатели	Контроль	Опыт
Потреблено: СВ, г/сутки	7265,58 ± 121,18	6901,44 ± 355,56
ОВ, г/сутки	6830,8 ± 106,28	6491,21 ± 329,71
СП, г/сутки	1372,00 ± 15,77	1321,5 ± 52,5
РсП, г/сутки	804,55 ± 7,62	521,05 ± 22,2
РсП, % от СП	58,34 ± 0,39	39,42 ± 0,11**
г РсП/МДж ДОЭ	10,21 ± 0,08	6,87 ± 0,06**
РщП, г/сутки	1005,51 ± 7,87	801,2 ± 32,82
РщП, % от СП	72,94 ± 0,25	60,62 ± 0,13**
г РщП, /МДж ДОЭ	12,71 ± 0,11	10,57 ± 0,11*
НРщП, г/сутки	371,48 ± 7,87	520,30 ± 19,68
НРщП, % от СП	27,08 ± 0,27	39,38 ± 0,08**
г НРщП/МДж ДОЭ	34,27±0,73	47,34±1,79
Концентрация энергии, МДж ДОЭ/кг СВ	10,84	10,99
Концентрация протеина, г СП/кг СВ	186,4	190,1

Примечание. \*  $p < 0,05$ ; \*\*  $p < 0,02$

потребление СВ и ОВ животными было на 5 % ниже, СП – на 3,7 %, чем на контрольном рационе. В то же время, по количеству потребленных растворимого и расщепляемого протеинов различия были статистически достоверными ( $P < 0,05$  и  $P < 0,02$ ) и достигали 35 и 20 %. 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 РсП и РщП, а выделение кала – на 10 % большим, как в натуральном виде, так и в расчете на единицу потребленного СВ и ОВ. При скармливании опытному рациону животные выпивали на 19 % больше воды.

Таблица 2

**Общая характеристика пищеварения**

Показатели	Контроль	Опыт
Выпито воды, л/сутки	21,25 ± 3,25	25,32 ± 0,764
Прошло дуоденального химуса, л/сутки	94,49 ± 1,38	71,57 ± 9,3
л/кг СВ	13,01±0,07	10,32 ± 0,81
л/кг ОВ	13,83 ± 0,11	10,98 ± 0,87
Прошло илеоцекального химуса, л/сутки	23,37 ± 4,25	18,25 ± 5,05
л/кг СВ	3,22 ± 0,54	2,56 ± 0,65
л/кг ОВ	3,41 ± 0,57	2,78 ± 0,64
Выделено кала, кг/сутки	7,5 ± 1,3	8,32 ± 0,21
кг/кг СВ	1,03 ± 0,17	1,21 ± 0,09
кг/кг ОВ	1,10 ± 0,18	1,28 ± 0,10
Выделено мочи, л/сутки	8,66 ± 0,34	6,88 ± 0,05
л/ кг СВ	1,19 ± 0,03	1,00 ± 0,05
л/кг ОВ	1,27 ± 0,025	1,06 ± 0,05
Средняя живая масса животных, кг	334,5 ± 1,5	343,0 ± 40,2
Обменная масса (ЖМ <sup>0,75</sup> ), кг	78,29	82,96



Данные о переваримости СВ и ОВ в разных отделах пищеварительного тракта представлены ниже (табл. 3 и 4).

Таблица 3

**Переваримость сухих веществ в разных отделах пищеварительного тракта**

Показатели	Контроль	Опыт
Переварено в сложном желудке, г/сутки	4269,46±11,27	4130,4±148,56
% от потребленного	58,76	59,85
Поступило в дуоденум, г/сутки	2996,12±109,91	2771,04±504,41
% от потребленного	41,24	40,15
Переварено в тонком кишечнике, г/сутки	1124,12±3,51	1298,48±5,87*
% от потребленного	15,52	18,81
% от поступившего	37,58	46,86
Поступило в толстый кишечник, г/сутки	1872,46±113,42	1472,56±510,27
% от потребленного	25,77	21,34
Переварено в толстом кишечнике, г/сутки	542,24±121,88	15,62±518,12
% от потребленного	7,46	0,23
% от поступившего	28,96	1,06
Выделено с калом, г/сутки	1330,22±235,31	1456,94±7,85
% от потребленного	18,31	21,11
Переварено во всем ЖКТ, г/сутки	5935,28±114,12	5444,5±363,68
% общей переваримости	81,69	78,89

Примечание. \* p<0,05

В сложном желудке переваримость СВ и ОВ на обоих рационах была близкой и составляла, соответственно, 58–59 % и 66–65 %. Естественно, в ТнК их также поступало практически одинаковое количество. Разница по СВ составляла 7 %, по ОВ – 5 % в сторону уменьшения на опытном рационе.

В ТнК на опытном рационе с меньшим уровнем РсП и РщП количество переваренного СВ было достоверно большим (P<0,05), по сравнению с контрольным рационом. Относительно к потребленному СВ величины переваримости составляли 15,5 и 18,8%, соответственно на контрольном и опытном рационах, а к поступившему в ТнК – 37,8 и 46,9 %.

Переваримость ОВ в ТнК бычков при скармливании опытного рациона также увеличилась, по сравнению с контролем, на 33,8 %. От потребленного она составляла 11,48 и 16,17 %, соответственно для контроля и опыта, от поступившего – 33,9 и 46,3 %.

В ТсК изменения СВ на обоих рационах были однонаправленными, однако на опытном рационе с меньшим количеством РсП и РщП переваримость его была незначительной и составляла всего 2,9 %, по сравнению с контролем. В процентах от потребленного количества переваримость СВ, соответственно для контрольного и опытного рационов, составляла 7,46 и 0,23 %, от поступившего – 28,96 и 1,06 %. Переваримость ОВ на контрольном рационе составляла 5,6 % от потребленного с кормами и 25,2 % от поступившего. В то же время, при скармливании опытного рациона с уменьшенным количеством РсП, на участке ТсК произошло незначительное добавление ОВ на уровне 0,9 % от принятого и 4,8 % от поступившего. Общая видимая переваримость ОВ во всем ЖКТ составляла 83,3 % в контроле и 80,3 % в опыте.



Таблица 4

**Переваримость органических веществ в разных отделах пищеварительного тракта**

Показатели	Контроль	Опыт
Потреблено с кормами, г/сутки	6830,85±106,28	6491,21±329,71
Переварено в сложном желудке, г/сутки	4519,92±18,4	4222,11±102,42
% от потребленного	66,17	65,04
Поступило в дуоденум, г/сутки	2310,93±87,88	2269,1±432,13
% от потребленного	33,83	34,96
Переварено в ТнК, г/сутки	784,24±31,57	1049,91±2,98
% от потребленного	11,48	16,17
% от поступившего	33,94	46,27
Поступило ТсК, г/сутки	1526,69±119,47	1219,19±435,11
% от потребленного	22,35	18,78
Переварено в ТсК, г/сутки	384,91±101,0	добавилось 58,31±448,2
% от потребленного	5,63	добавилось 0,90
% от поступившего	25,21	добавилось 4,78
Выделено с калом, г/сутки	1141,78±220,46	1277,5±13,1
Переварено во всем ЖКТ, г/сутки	5689,02±448,21	5213,7±342,81
% общей переваримости	83,28	80,3

Выделение СВ с калом на опытном рационе было на 9,5 % большим, чем в контроле, ОВ – на 11,9 %.

Данные о превращении азотистых веществ в сложном желудке бычков представлены в таблице 5.

Таблица 5

**Превращения азотистых веществ в сложном желудке бычков**

Показатели	Контроль	Опыт
Потреблено азота, г/сутки		
Общего	219,52±2,52	211,44±8,58
белкового	166,04±1,18	159,53±5,99
% от общего	75,64	75,45
Небелкового	53,48±1,34	51,92±2,41
% от общего	24,36	24,55
Растворимого	128,82±0,506	83,59±3,44*
% от общего	58,68	39,50
Расщепляемого	160,56±1,64	128,34±5,17
% от общего	73,1	60,7
Изменилось (+, -) в сложном желудке, г/сутки:		
азота: общего	-91,91±3,66	-76,38±2,12
% от потребленного	- 41,89	-36,22
Белкового	-93,25±2,49	-102,27±6,65
% от потребленного	-56,16	-64,11
Небелкового	+1,33±1,16	+25,68±8,56
% от потребленного	+1,45	+49,46

Примечание. \* p<0,05



Потребление общего, белкового и небелкового азота на обоих рационах было одинаковым. Существенно меньше ( $p \leq 0,05$ ) на опытном рационе бычки потребляли РсП и на 13 % меньше расщепляемого. В результате переваривание азотистых веществ более интенсивно происходило на контрольном рационе с высоким уровнем РсП и РщП, 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 азотистых соединений в преджелудках способствовало накоплению больших количеств аммиака, который частично использовался в синтезе микробного протеина, а излишки в значительном количестве всасывались из рубца и переходили с химусом в тонкий кишечник (табл. 6).

Таблица 6

**Изменения азотистых веществ в тонком кишечнике бычков**

Показатели	Контроль	Опыт
Поступило в ТнК, г/сутки азота общего	127,61±6,19	135,06±10,52
% от потребленного	58,13	63,82
Белкового	72,79±3,67	57,26±0,65
% от потребленного	43,84	35,89
Небелкового	54,82±2,52	77,79±11,65
% от потребленного	102,5	149,8
аммонийного	11,16±1,35	7,48±0,12
аммонийного, %	100	67,02
Мочевинного	12,53±1,52	7,56±0,84
мочевинного, %	100	60,3
Изменилось (+,-) в тонком кишечнике, г/сутки		
азота общего	-78,43±2,89	-95,73±3,74
% от потребленного	-35,73	-45,07
% от поступившего	-61,46	-70,61
азота белкового	-31,07±0,19	-28,31±11,78
% от потребленного	-14,15	-13,39
% от поступившего	-42,68	-49,44
азота небелкового	-47,23±3,21	-67,41±8,04
% от потребленного	-21,52	-31,88
% от поступившего	-86,15	-86,66
азота аммонийного	-1,26±0,34	-5,03±0,58
азота мочевинового	-2,5±0,16	-4,32±0,87

В ТнК 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 (табл. 6). То есть, увеличение поступления общего азота в кишечник, относительно контроля, происходило за



счет снижения количеств аммонийного и мочевиного азота. Во фракцию небелкового азота вероятно входила и часть короткоцепочных пептидов.

При большем поступлении азотистых веществ в ТнК 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 увеличивалось.

Поступление азотистых веществ в ТсК бычков на изучавшихся рационах было разным (табл. 7). Общего азота на опытном рационе поступало на 20% меньше, по сравнению с контрольным, в том числе белкового – на 30 %, аммонийного – на 80 %, мочевиного – 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 ТсК происходил более интенсивный синтез микробиального 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.

Таблица 7

**Превращения азотистых веществ в толстом кишечнике бычков**

Показатели	Контроль	Опыт
Поступило в толстый кишечник, г/сутки		
азота: общего	49,18±3,29	39,34±14,26
% от потребленного	22,4	18,61
Белкового	41,72±3,86	28,95±11,13
% от потребленного	19,01	13,69
Небелкового	7,47±0,56	10,39±3,13
% от потребленного	3,4	4,91
Аммонийного	9,91±1,69	2,01±0,90
Мочевиного	10,03±1,68	2,32±0,94
Изменилось (+, -) в толст. кишечнике, г/сутки		
азота: общего	-12,36±5,63	+8,44±13,43
% от потребленного	-5,63	+3,99
% от поступившего	-25,13	+21,45
Белкового	-9,84±3,34	+7,49±6,1
% от потребленного	-4,48	+3,54
% от поступившего	-20,01	+19,04

Во всем ЖКТ общая видимая переваримость азота, 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 мочевиного азота в составе мочи составляла всего 35 % против 74 % контроле, что свидетельствует о значительном обесцени-



вании азота корма на рационе с высоким уровнем растворимого протеина (табл. 8).

Таблица 8

**Общая переваримость азотистых веществ в ЖКТ бычков**

Показатели	Контроль	Опыт
Выделено с калом, г/сутки		
азота общего	36,83±8,93	47,78±0,83
% от потребленного с кормами	16,8	22,6
Белкового	31,88±7,19	40,07±1,40
% от потребленного с кормами	19,2	25,1
Небелкового	4,95±1,73	7,71±0,58
% от потребленного с кормами	2,3	3,7
Переварено во всем организме, г/сутки:		
азота общего	182,69±6,41	163,67±7,57
% от потребленного	83,22	81,95
азота белкового	134,17±6,02	119,46±4,60
% от потребленного	61,12	56,5
азота небелкового	48,52±0,40	44,21±2,98
% от потребленного	90,73	85,15
Выделено азота с мочой, г/сутки	104,18±12,36	104,73±7,99
в том числе мочевинового, г/сутки	76,89±6,09	36,12±3,79
% от общего	74,15	34,95
Выделено азота всего (кал + моча), г/сутки	141,01±3,37	152,51±7,17
Отложено азота по классической схеме, г	78,5	58,9
в % от принятого	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 РсП в сложном желудке происходило более интенсивное расщепление белковых веществ, в дуоденальном химусе имел место более высокий уровень аммонийного и мочевинового азота, чем на опытном рационе с пониженным уровнем РсП, где в ТнК 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 мочевинового азота с мочой, то есть обесценивание протеина кормов.

В ТсК переваримость азота 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 микробиального 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 прожарен-



ного 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 ЖКТ и корректировки предложенных уравнений по оценке доступности их у крупного рогатого скота. Для получения статистически достоверных результатов количество оперированных животных в опытах желательнее использовать не менее 4-х голов.

#### **Выводы:**

1. Прожаривание зерна гороха при оптимальной температуре 100–105 °С 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.

#### **Библиографический список**

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. Там само.* 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/10.1016/0301-6226\(94\)90043-4](https://doi.org/10.1016/0301-6226(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. Van Duinkerken G., Blok M. C., Bannink A., Cone J. W., Dijkstra J., Van Vuuren A. M., Tamminga S. Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: The DVE/OEB2010 system. *J. Agric. Sci.* 2011. Vol. 149. Is. 3. P. 351–367. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000912>

9. Daniel J. B., Friggens N., Chapoutot P., Van Laar H., Sauvant D. Milk yield and milk composition responses to change in predicted net energy and metabolizable



protein: A meta-analysis. *Animal*. 2016. № 10. P. 1975–1985. <https://doi.org/10.1017/S1751731116001245>.

10. Sauvant D., Noziere P. Quantification of the main digestive processes in ruminants: The equations involved in the renewed energy and protein feed evaluation systems. *Animal*. 2016. Vol. 100. Is. 5. P. 755–770. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002670>.

11. Daniel J. B., Friggens N., van Laar H., Ferris C. P., Sauvant D. A method to estimate cow potential and subsequent responses to energy and protein supply according to stage of lactation. *J. Dairy Sci.* 2017. Vol. 100. P. 3641–3657. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11938>.

12. Lapierre H., Larsen M., Sauvant D., van Amburgh M. E., van Duinkerken G. Converting nutritional knowledge into feeding practices. A case study comparing different protein feeding systems for dairy cows. *Animal*. 2018. № 12 (2). P. 457–466. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001763>.

13. INRA feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishers. Wageningen, the Netherlands. 2018.

14. Daniel J. B., van Laar H., Dijkstra J., Sauvant D. Evaluation of predicted ration nutritional values by NRC (2001) and INRA (2018) feed evaluation systems, and implications for the prediction of milk response. *J. Dairy Sci.* 2020. № 103. P. 11268–11284. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18286>.

15. Синещев А. Д. Биология питания сельскохозяйственных животных. Москва : Колос, 1965. 399 с.

16. Зверев А. И., Харченко А. Г. Растворимость кормового протеина – фактор рационального его использования в кормлении дойных коров. *Молочно-мясное скотоводство* : республ. межведом. темат. науч. сб. Киев : Урожай, 1990. Вып. 77. С. 54–58.

17. Conway E. J. Microdiffusion Analysis and Volumetric Error : [4th ed.]. Crosby Lockwood, London, 1957. P. 162–174.

18. Каплан В. А., Свириденко В. А. Методика определения мочевины в плазме крови, молоке и моче. *Методики исследований в животноводстве* : тезисы докл. науч. конф. / Науч.-исслед. ин-т животноводства Лесостепи и Полесья УССР. Харьков, 1966. С. 104–108.

19. 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.

20. 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.

21. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика: [изд. 2-е, испр.]. Минск : Вышэйш. школа, 1967. 328 с.

## References

1. Verite, R., Journet, M., & Jarrige, R. (1979). A new system for the protein feeding of ruminants: The PDI system. *Livestock Prod. Sci.* 6, 349–367.

2. Vasilevskiy, N. V., Berus, M. V., Zlobina, G. S., & Tsyupko, V. V. (1992). Novyy spozob otsenki vliyaniya kolichestva i kachestva syrogo proteina korma na yego perevarivaniye v zheludochno-kishechnom trakte bychkov [A new way to assess the effect of the quantity and quality of feed crude protein on its digestion in the gastroin-



testinal tract of bull calves.] *Novoye v metodakh zootekhnicheskikh issledovaniy : matematicheskaja konferencija – New in zootechnical research methods. mathematical conference.* Khar'kov, 26–30. [in Russian].

3. Zlobina, G. S., Berus, M. V., Vasilevskiy, N. V., Bublik, V. N., & Tsyupko, V. V. (1992). Metody otsenki syrogo proteina korma dlya perevarivaniya v tonkom kishechnike i sistema normirovaniya proteina dlya krupnogo rogatogo skota [Methods for evaluating the crude protein of feed for small intestine digestion and a protein rationing system for cattle.]. *Novoye v metodakh zootekhnicheskikh issledovaniy : matematicheskaja konferencija – New in zootechnical research methods. mathematical conference.* Khar'kov, 8–13. [in Russian].

4. Tamminga, S., van Straalen, W. M., Subnel, A. P. J., Meijer, R. G. M., Steg, A., Wever, C. J. G. & Blok M. C. (1994). The Dutch protein evaluation system: the DVE/OEB-system. *Livest. Prod. Sci.*, 40, 139–155. [https://doi.org/10.1016/0301-6226\(94\)90043-4](https://doi.org/10.1016/0301-6226(94)90043-4).

5. NRC. (2001). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle.* 7th rev.ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC.

6. Fox, D. G., Tedeschi, L. O., Tylutki, T. P., Russel, J. B., van Amburg, M. E., Chase, L. E., Pell, A. N., & Overton, T. R. (2004). The Cornell Net Carbohydrate and Protein System model for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. *Anim. Feed Sci. Technol.* 112. 29–78. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2003.10.006>.

7. Bateman, H. G. H., Clark, J. H., & Murphy, M. R. (2005). Development of a system to predict feed protein flow to the small intestine of cattle. *J. Dairy Sci.*, 88, 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. Van Duinkerken, G., Blok, M. C., Bannink, A., Cone, J. W., Dijkstra, J., Van Vuuren, A. M., & Tamminga, S. (2011). Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: The DVE/OEB2010 system. *J. Agric. Sci.*, 149, 351–367. <https://doi.org/10.1017/S002185960000912>.

9. Daniel, J., Friggens, N., Chapoutot, P., Van Laar, H., & Sauvant, D. (2016). Milk yield and milk composition responses to change in predicted net energy and metabolizable protein: A meta-analysis. *Animal*, 10 (12), 1975–1985. DOI:10.1017/S1751731116001245

10. Sauvant, D., & Noziere, P. (2016). Quantification of the main digestive processes in ruminants: The equations involved in the renewed energy and protein feed evaluation systems. *Animal* 10:755-770. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002670>.

11. Daniel, J. B., Friggens, N., van Laar, H., Ferris, C. P., & Sauvant, D. (2017). A method to estimate cow potential and subsequent responses to energy and protein supply according to stage of lactation. *J. Dairy Sci.*, 100, 5, 3641–3657. <https://doi.org/10.3168/jds.2016-11938>.

12. Lapierre, H., Larsen, M., Sauvant, D., van Amburgh, M. E., & Van Duinkerken, G. (2018). Review: Converting nutritional knowledge into feeding practices. A case study comparing different protein feeding systems for dairy cows. *Animal*, 12 (2), 457–466. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001763>.

13. INRA (2018). *INRA feeding system for ruminants.* Wageningen Academic Publishers. Wageningen, the Netherlands.

14. Daniel, J. B., van Laar, H., Dijkstra, J., Sauvant, D. (2020). Evaluation of predicted ration nutritional values by NRC (2001) and INRA (2018) feed evaluation systems, and implications for the prediction of milk response. *J. Dairy Sci.*, 103, 11268–11284. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18286>.

15. Sineshchekov, A. D. (1965). *Biologiya pitaniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh* [Nutritional biology of farm animals]. Moscow : Kolos [in Russian].



16. Zverev, A. I., & Kharchenko, A. G. (1990). Rastvorimost' kormovogo proteina – faktor ratsional'nogo yego ispol'zovaniya v kormlenii doynnykh korov [Solubility of fodder protein is a factor of its rational use in feeding dairy cows] *Molochno-myasnoye skotovodstvo – Dairy and beef cattle breeding*. Kyiv : Urozhai, 77, 54–58. [in Russian].
17. Conway, E. J. (1957). *Microdiffusion Analysis and Volumetric Error*. 4th Ed., Crosly Lockwood, London, 162–174.
18. Kaplan, V. A., Sviridenko, V. A. (1966). Metodika opredeleniya mocheviny v plazme krovi, moloke i moche [Method for determination of urea in blood plasma, milk and urine]. *Metodiki issledovaniy v zhivotnovodstve – Research methods in animal husbandry : Abstracts of Papers*. Khar'kov, 104–108. [in Russian].
19. Meylus, P. I. (1964). Izmeneniya nekotorykh pokazateley metabolizma v rubtse, fiziologicheskoye sostoyaniye i produktivnost' korov pri skarmlivanii im mocheviny razlichnymi sposobami [Changes in some indicators of metabolism in the rumen, physiological state and productivity of cows when feeding them urea in various ways]: *Extended abstract of candidate's thesis*, Kaunas. [in Russian].
20. Sviridenko, V. A., Kaplan V. A. (1966). Otsenka usvoyayemosti zhvachnyimi zhivotnymi azota korma po dole azota mocheviny v obshchem azote mochi [Evaluation of the assimilation of feed nitrogen by ruminants by the proportion of urea nitrogen in the total nitrogen of urine.]. *Metodicheskiye issledovaniya v zhivotnovodstve – methodological research in animal husbandry : Abstracts of Papers*. Khar'kov, 108–111. [in Russian].
21. Rokitskiy, P. F. (1967). *Biologicheskaya statistika [Biological statistics]*. Minsk : Vyshhejschaya shkola [in Russian].

#### ПЕРЕТРАВНІСТЬ ОРГАНІЧНИХ РЕЧОВИН В РІЗНИХ ВІДДІЛАХ ШЛУНКОВО-КИШКОВОГО ТРАКТУ БИЧКІВ ПРИ ЗНИЖЕННІ КІЛЬКОСТІ РОЗЧИННОГО ПРОТЕЇНУ В РАЦІОНІ

Петренко В. І., Козир В. С., Дімчя Г. Г., Майстренко А. Н., Інститут зернових культур НААН

На бичках червоної степової породи з дуоденальними та ілеоцекальними анастомозами при згодовуванні ізоенергетичних, ізопротеїнових сіноконцентратних раціонів з різним рівнем розчинного протеїну (РчП) і розщеплюваного протеїну (РщП) вивчали перетворення сухої речовини (СР), органічної речовини (ОР) та сирого протеїну (СП), окремо в складному шлунку, тонкому (ТнК) і товстому (ТсК) відділах кишкового тракту. Оцінювали баланс азоту за кількістю протеїну, що всмоктався в ТнК, а втрати з сечею за часткою сечовинного азоту.

Раціон складався з сіна стоколосу безостого, горохової дерті, мінеральних добавок. Різна кількість РчП в раціонах досягалася згодовуванням натуральної горохової дерті (контрольний) і дерті з прожареного гороху при температурі 105° С (дослідний).

У складному шлунку перетравність СП на дослідному раціоні зі зниженим рівнем РчП була на 10 % меншою. На контрольному раціоні з високим рівнем РчП до ТнК надходило більше амонійного азоту.

В ТнК перетравність СР та ОР при згодовуванні дослідного раціону була на 8–10 % більшою.

В ТсК на контрольному раціоні кількість СР, ОР та СП зменшувалась на 5,6–7,5 %, на дослідному – практично не мінчалась.

При згодовуванні дослідного раціону з підвищеним рівнем НРщП до ТнК надходило більше азоту і на 10 % більше перетравлювалося, ніж в контролі. Роз-



рахований баланс азоту за класичною схемою не відображав дійсної кількості його, засвоєного в організмі.

На контрольному раціоні з підвищеним рівнем РчП відбувалося знецінення значної частини протеїну кормів внаслідок більшого на 40 % виділення в сечі азоту у складі сечовини.

Ключові слова: органічна речовина, протеїн, розчинність, перетравність, доступність, складний шлунок, тонкий, товстий кишечник.

#### **DIGESTIBILITY OF ORGANIC SUBSTANCES IN DIFFERENT SECTIONS OF THE DIGESTIVE TRACT OF BULLS WITH A REDUCTION OF THE AMOUNT OF SOLUBLE PROTEIN IN THE DIET**

*Petrenko V. I., Kozyr V. S., Dimchya G. G., Maistrenko A. N., State Institution «Institute of Grain Crops of NAAS of Ukraine»*

*On the bulls of red steppe breed with duodenal and ileocecal cannulas when feeding iso-energetic and isoprotein diets with different amounts of soluble protein (SP) and degradable protein (DP) studied conversions of dry matter (DM), organic matter (OM) and crude protein (CP) separately in the complex stomach, small (SI) and large (LI) parts of the intestine. Evaluated the nitrogen balance by the amount of protein absorbed into the SI, the losses of nitrogen with urine – by the proportion of urea nitrogen.*

*The diet consisted of awnless bonfire hay, pea deer, and mineral supplements.*

*Various amounts of SP in the diets were achieved by feeding natural pea dough (control) and roasted pea dough at a temperature of 105°C (experiment).*

*In a compound stomach, the digestibility CP on the experimental diet with a reduced level of SP was by 10 % less. In the control diet with a high level of SP is more in SI received of ammonia nitrogen.*

*In SI digestibility of DM and OM on the experimental diet are by 8–10 % more.*

*Amounts of DM, OM and CP in LI on a control diet decreased by 5.6–7.5 %, in the experimental diet – not changed.*

*On an experimental diet with an increased level of NSP, the SI received more nitrogen and was digested by 10 % more than in the control. The calculated nitrogen balance according to the classical scheme did not reflect the true amount of it assimilated in the body.*

*On the control diet with an increased level of SP, there was the devaluation of the protein in the feeds and oblasting due to the larger release in urea by 40 % of the nitrogen in the form of urea.*

*Keywords: organic matter, protein, solubility, digestibility, availability, complex stomach, small intestine, large intestine.*