

ПЕРЕТРАВНІСТЬ ВУГЛЕВОДНИХ КОМПОНЕНТІВ ПРИ РІЗНІЙ КІЛЬКОСТІ РОЗЧИННОГО ПРОТЕЇНУ В РАЦІОНАХ

В. І. Петренко, кандидат біологічних наук
старш. наук. співроб.

ORCID:ORG/0000-0002-1716-6248

В. С. Козир, доктор сільськогосподарських наук,
професор, академік НААН

ORCID:ORG/0000-0002-0275-475x

Г. Г. Дімчя, кандидат сільськогосподарських наук,
старш. наук. співроб.

ORCID: ORG/0000-0002-9297-3138

А. Н. Майстренко, кандидат сільськогосподарських наук

ORCID: ORG/0000-0001-6543-3083

Державна установа Інститут зернових культур НААН
вул.Володимира Вернадського, 14, м. Дніпро, 49027, Україна
e-mail: v16kh91@gmail.com

Надійшла 26.05.2022

Мета. Дослідити перетравність сирової клітковини (СКл) та безазотистих екстрактивних речовин (БЕР) в різних відділах травного тракту бугайців при застосуванні ізоенергетичних, ізопротеїнових сіно-концентратних раціонів з різним рівнем розчинного протеїну РчСП. **Методи.** Дослідження проводили на бугайцях червоної степової породи живою масою 330-350 кг з накладеними дуоденальними та ілеоцекальними анастомозами за Синсцоковим (1965). Згодовували ізоенергетичні, ізопротеїнові, сіно-концентратні раціони, що склалися із злакового сіна та горохової дерті. Обробку гороху проводили на барабаних сушарках типу АВМ. Мінеральну підгодівлю тварини отримували в однаковій кількості. На вказаних раціонах тварини утримувались не менше 21 дня за суворого обліку заданих кормів, залишків кормів та випитої води. Потім проводились добові виміри кількості дуоденального та ілеоцекального хімусів, калу. Наведена робота є складовою частиною комплексного дослідження по вивченню впливу різної концентрації розчинного протеїну в раціонах бугайців на перетравність основних груп

поживних речовин в різних ділянках шлунково-кишкового тракту. **Результати.** Встановлено, що споживання СКл було на 12% більшим на контрольному раціоні і загальна перетравність її у всьому травному тракті також була на цьому раціоні вищою на 3,7%. В складному шлунку перетравність СКл також була дещо більшою в контролі, так, що до тонкого кишечника надійшло уже більше на 12,4% СКл на дослідному раціоні. У відсотках до спожитої кількості перетравність СКл у складному шлунку становила, відповідно для контрольного та дослідного раціонів, 87,22 та 83,91%. Споживання БЕР тваринами на обох раціонах було близьким і не перевищувало 3% на користь контрольного раціону. Загальна перетравність їх також була майже однаковою і становила 84-82%, відповідно для контрольного та дослідного раціонів. У складному шлунку перетравність БЕР на досліджуваних раціонах була однаковою на рівні 70%. На дослідному раціоні до тонкого кишечника надійшло на 7,5% БЕР менше, порівняно з контролем, але було перетравлено більше: в абсолютних величинах на 25%, у відсотках до спожитої кількості з кормами - на 2,3%, а від кількості що надійшла – на 10%. До товстого кишечника на контрольному раціоні надійшло на 27,7% БЕР більше і перетравність їх також була вищою (на 6% від спожитого та на 28% від кількості, що надійшла). **Висновки.** Ступінь і місце перетравності поживних речовин в шлунково-кишковому тракті жуйних в значній мірі залежить від їх взаємної біологічної структури в кормах. Зниження рівня розчинного протеїну в сіно-концентратному раціоні з 58 до 39% від загальної кількості протеїну, за рахунок термічної обробки зерна гороху, обумовило зміни перетравності вуглеводних компонентів раціону (СКл та БЕР) в пострумінальних відділах шлунково-кишкового тракту бугайців. Для істинної оцінки внеску СКл та БЕР в енергетичний пул тварин необхідна більш детальна розшифровка їхніх вуглеводних складових і визначення перетравності в різних відділах травного тракту тварин.

Ключові слова: розчинний протеїн, сира клітковина, БЕР, перетравність, складний шлунок, тонкий, товстий кишечник.
DOI: <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2022-1-15-249-264>

UDC 636.2./085.2

THE DIGESTIVENESS of CARBOHYDRATE COMPONENTS at the DIFFERENT AMOUNTS SOLUBLE PROTEIN in RATIIONS

V. I. Petrenko, Candidate of Biological Sciences,
Senior Researcher

ORCID:ORG/0000-0002-1716-6248

V. S. Kozyr, Doctor of the Agricultural Sciences, Professor,
Academician of NAAS

ORCID:ORG/0000-0002-0275-475x

H. H. Dimchia, Candidate of Agricultural Sciences,
Senior Researcher

ORCID: ORG/0000-0002-9297-3138

A. N. Maistrenko, Candidate of Agricultural Sciences

ORCID: ORG/0000-0001-6543-3083

State Institution Institute of Grain Crops NAAS
14, Volodymyr Vernadskyi Street, Dnipro, 49027, Ukraine
e-mail: v16kh91@gmail.com

Aim. To study the digestibility of crude fiber (CF) and nitrogen-free extractive substances (NES) in different parts of the digestive tract of bulls using isoenergetic, isoprotein hay-concentrated diets with different levels of soluble protein RhSP. **Methods.** The studies were carried out on Bulls of the Red Steppe breed with a live weight of 330-350 kg with superimposed duodenal and ileocecal anastomoses according to Synieshchokov (1965). They fed isoenergetic, isoprotein, hay-concentrate rations consisting of cereal hay and milled pea fodder. Processing of peas was carried out on drum dryers of the AVM type. All experimental animals received mineral supplements in the same amount. The animals were kept on these diets for at least 21 days with strict consideration of the given feed, feed residues, and drunk water. Then, daily measurements of the amount of duodenal and ileocecal chyme, feces were carried out. This work is an integral part of a comprehensive study to study the soluble protein of different concentrations effect in the bulls' diets on the main groups of nutrients digestibility in the gastrointestinal tract different parts. **Results.** It was found that CF intake was 12% higher on the control diet. And its overall digestibility on this diet in the entire digestive tract was also higher by 3.7%. In the complex stomach, the digestibility of CF was also slightly higher in the control, so that on the experimental diet, more CF was delivered to the small intestine by 12.4%. As a percentage of the amount consumed, the digestibility of CF in the complex stomach was 87.22 and 83.91%, respectively, for the control and experimental diets. The consumption of NES by animals on both diets was close and did not exceed 3% in favor of the control diet. Their overall digestibility was

also almost the same and amounted to 84-82%, respectively, for the control and experimental diets. In the complex stomach, the digestibility of NES on the studied diets was the same at the level of 70%. On the experimental diet, the small intestine received 7.5% less NES compared to the control, but more was digested: in absolute terms by 25%, as a percentage of the amount consumed with feed - by 2.3%, and from the amount received - on 10%. On the control diet, the large intestine received 27.7% more NES and their digestibility was also higher (by 6% of the consumed and 28% of the amount received). **Conclusions.** For ruminants, the degree and location of nutrient digestibility in the gastrointestinal tract largely depends on their mutual biological structure in the feed. The decrease in the level of soluble protein in the hay-concentrated diet from 58 to 39% of the protein total amount, due to the heat treatment of pea grain, led to changes in the digestibility of the diet (CF and NES) carbohydrate components in the post-ruminal sections of the bulls' gastrointestinal tract. For a true assessment of the CF and NES contribution to the animals' energy pool, a more detailed interpretation of their carbohydrate components and the determination of digestibility in various parts of the animal digestive tract are required.

Keywords: soluble protein, crude fiber, NES, digestibility, complex stomach, small, large intestine.

DOI: <https://doi.org/10.33694/2617-0787-2022-1-15-249-264>

В останні десятиріччя інтенсивно вивчаються потреби та доступність поживних речовин для великої рогатої худоби, особливо сирого протеїну(СП), в цілому сухих (СР) та органічних речовин(ОР) і їх вуглеводних компонентів (сирої клітковини – СКл та безазотистих екстрактивних речовин – БЕР), [1-18]. Встановлено, що якість протеїну кормів, а саме розчинність його у водному середовищі, має важливе значення для ефективного використання інших поживних речовин кормів жуйними тваринами [3,6,8,12,19,20,21]. Показник розчинності протеїну кормів тісно корелює з розщепленням протеїну в передшлунках та нижче розташованих відділах травного тракту великої рогатої худоби і інших жуйних. Показник розщеплюваності протеїну у хімічному складі кормів включено в усі, видані за останні роки, посібники по годівлі тварин [3,7,17,22], як обов'язковий при формуванні раціонів для великої рогатої худоби. Наші ж дослідження та інших авторів [19,20,21,] свідчать, що показник розчинності кормів, як суто фізичний фактор, є більш впливовим і важливішим, ніж розщеплення. Вважається, що майже весь розчинний протеїн кормів розщеплюється у передшлунках тварин і при наявності

достатньої кількості енергії включається в мікробний білок. Останній є важливим джерелом повноцінного білка для тварин. Було відмічено, що при збільшенні кількості СП в раціоні і його розчинності, а також кількості СП та РчСП на одиницю енергії або дефіциті енергії, ефективність використання кормового СП знижується внаслідок розщеплення його в передшлунках. При цьому значна частина його не трансформується в мікробний білок, проходячи стадії утворення аміаку, глютамінової кислоти та сечовини, виводиться з сечею [19,21,20,23]. Тобто, мають місце непродуктивні витрати кормового протеїну. При цьому, зміни в перетравності та доступності протеїну впливають на засвоєння і інших поживних речовин, в тому числі вуглеводних складових раціону. Ступінь цього впливу майже неможливо визначити в дослідях по визначенню перетравності поживних речовин за класичною схемою «корм мінус кал» або в господарчих умовах.

Вуглеводи кормів являються основним джерелом енергії для мікроорганізмів рубця і власне для жуйних тварин. Розрізняють структурні вуглеводи рослинних кормів (целюлозу, геміцелюлози, пектин) та не структурні (цукри, крохмаль). Клітковина в організмі тварин, крім джерела енергії, відіграє роль баластної речовини, створюючи об'ємність кормової маси.

«Сира клітковина», що визначається при зоотехнічному аналізі кормів не являється одною речовиною, а складається з різних за складом та фізичним значенням речовин: целюлози, геміцелюлоз, лігніну, кутину та інших. На поживність «сирої» клітковини впливає ступінь здерев'яніння, огрубіння рослин, що обумовлюється вмістом в ній лігніну, особливо його нерозчинних форм, та ступенем «волокнистості» целюлози. «Сира клітковина», залежно від наявності її в кормах та фази розвитку рослин, виду рослин, технології приготування кормів, структури раціону та інших причин по-різному перетравлюється та засвоюється в організмі тварин. На перетравність клітковини в рубці впливає вид корму і технологія його заготівлі. Перетравність клітковини в рубці жуйних тварин залежить також від вмісту легкоперетравних вуглеводів, легкорозщеплюваного протеїну, ліпідів, вітамінів, мінеральних елементів [10,11,15].

Целюлоза та геміцелюлози являються полісахаридами, лігнін є полімер фенольної структури. Целюлоза та геміцелюлози становлять основу оболонок рослинних клітин і визначають їх механічну міцність та еластичність. Лігнін інкрустує фібрили целюлози і тим самим бере участь у формуванні структурних елементів рослинних тканин. Зі збільшенням віку рослин в них

накопичується більше целюлози, вона робиться волокнистою, скручується в щільні пучки (недоступні для травних соків), з'єднується в комплекси з нерозчинними формами лігніну. В результаті різко знижується перетравність корму і значно погіршується використання тваринами перетравних органічних речовин. Встановлена тісна кореляція між вмістом лігніну в клітинних стінках сіна та перетравністю целюлози і геміцелюлоз, яка становила відповідно 0,90 -0,85 [15].

Для фракцій важко перетравлюваних вуглеводів, складових «сирої клітковини» (целюлози, геміцелюлоз та лігніну), притаманне тривале перебування в рубці тварин, де в основному і відбувається їх перетравлювання. Тривалість перебування в рубці, від якої залежить як ступінь, так і місце перетравлювання вуглеводів в шлунково-кишковому тракті, визначається рядом факторів: а) утворенням інгібіторів mikroорганізмами, що перетравлюють крохмаль; б) зниженням рН, визваним продуктами зброджування крохмалю, нижче оптимуму дії целюлози; в) конкуренцією амілолітичних та целюлолітичних mikroорганізмів за незамінні поживні речовини; г) більшою поширеністю популяції mikroорганізмів, що розщеплюють крохмаль, на раціонах багатих на крохмаль. В багатьох дослідженнях показано експоненціальний характер зменшення кількості целюлози та сирої клітковини в рубці [Alexander et al.1969a.,Bailey R.W., MacRae J.C.,1970, цит. за 2, 24] .

Безазотисті екстрактивні речовини – це велика група сполук, які приймають участь в обмінних процесах організму тварин. БЕР об'єднують у своєму складі вуглеводи різні як за своєю якістю, так і за функціональною дією: цукри, крохмаль, інулін, хітин, органічні кислоти, пентозани, пектинові речовини, глюкозиди, дубильні речовини. Прості цукри знаходяться всередині рослинних клітин і являються частиною більш складних речовин. Цукри добре розчиняються в воді, тому легко засвоюються як самими тваринами, так і mikroорганізмами рубця на 95-100%.. Крохмаль це природний полімер і не є індивідуальною речовиною, а складається з двох інших полімерів: амілози (10-20%) та амілопектину (80-90%). Ряд глюкозних ланцюжків, при скручуванні утворюють крохмальні зерна. Крохмаль різних кормових культур в організмі тварин перетравлюється з різною швидкістю та ступенем, що пов'язано з його молекулярною організацією та фізико-хімічною структурою. Крім вуглеводної частини в природних крохмалях міститься невелика кількість фосфатів, кремнію, азотистих, мінеральних речовин та жирних кислот [15]. Пектинові речовини – це полімерні сполуки вуглеводного типу, являються природними іонообмінними

матеріалами. За хімічною природою це кислі полісахариди. В рослинах вони здійснюють структурну та іонообмінну функції, регулюють водний обмін, приймають участь в процесах росту та ростягування рослинних клітин, обумовлюють високу обводненість клітинної оболонки кормів. Вони містять велику кількість карбоксильних груп і можуть ефективно зв'язувати йони двовалентних металів, наприклад Ca^{+2} , що відіграє роль в об'єднанні компонентів клітинної оболонки. Йони Ca^{+2} можуть обмінюватись на йони K^+ та H^+ , що забезпечує катіонообмінну властивість[15].

Наукова інформація відносно ролі вуглеводів в структурі оболонок рослинних клітин має не тільки наукове, а й велике практичне значення, принагідно до оцінки якості кормів для жуйних тварин.

Виходячи з викладеного вище, метою досліджень було вивчити перетравність СКл та БЕР в різних відділах травного тракту бугайців при застосуванні ізоенергетичних, ізопротеїнових сіно-концентратних раціонів з різним рівнем РчСП.

Матеріал і методи досліджень. Дослідження проводили на 2-х бугайцях червоної степової породи живою масою 330-350 кг з накладеними дуоденальними (6-10 см від пілоруса) та ілеоцекальними анастомозами за Синєщоківим [1]. Згодовували ізоенергетичні (концентрація доступної для обміну енергії – ДОЕ становила 10,84-10,99 МДж/кг СР), ізопротеїнові (концентрація сирого протеїну - 186,4-190,1 г СП/кг СР,) сіно-концентратні раціони, що складалися із злакового сіна (стоколос - *Bromus intermis*) – 6 кг та горохової дерті: 2,6 кг з нативного гороху – (контрольний раціон) та 2,4 кг з прожареного при температурі 105°C – (дослідний раціон). Обробку гороху проводили на барабанних сушарках типу АВМ. Мінеральну підгодівлю тварини отримували в однаковій кількості. Раціони різнилися тільки за рівнем РчСП (58,34 % від СП в контролі та 39,42% в досліді, з відношенням розчинного протеїну до енергії, відповідно 10,22 та 6,8г РчСП на 1 МДж ДОЕ, $P < 0,02$). Концентрація СКл в СР раціону становила 214 г та 201,2 г /кгСР, відповідно для контрольного та дослідного раціонів, БЕР – 514,6 та 525,7 г /кг СР.

На вказаних раціонах тварини утримувались не менше 21 дня за суворого обліку заданих кормів, залишків кормів та випитої води. Потім проводились добові виміри кількості дуоденального та ілеоцекального хімусів, калу. Зразки дуоденального та ілеоцекального хімусів відбирали кожну годину (4% від кількості, що пройшла за годину дуоденального, 2% – ілеоцекального) і відразу

проводили інактивацію кип'ятінням. Поточні порції калу консервували і потім відбирали середній зразок для аналізу. Кожний раціон згодовували по черзі двом тваринам методом періодів.

В зразках кормів, залишках кормів, хімусів та калу визначали: кількість СР – за ГОСТ 27548-87, СЗ – за ГОСТ 26226-95, ОР – за різницею між СР та СЗ, СП – за ГОСТ 13496.4-93, СЖ за ГОСТ 13496.15-97, СКл – за ГОСТ 13496.2-91, БЕР – розрахунковим методом, РчСП – інкубацією зразків кормів в мінеральному буфері за ГОСТ 28074-89. Весь цифровий матеріал обробляли статистично [25]. Наведена робота є складовою частиною комплексного дослідження по вивченню впливу різної концентрації розчинного протеїну в раціонах бугайців на перетравність основних груп поживних речовин (СР, ОР, СП, СЗ, СКл, СЖ, БЕР) в різних ділянках шлунково-кишкового тракту.

Результати досліджень. Дані про перетворення і засвоєння СКл та БЕР на досліджуваних раціонах наведено в таблиці. Споживання СКл було на 12% більшим на контрольному раціоні і загальна перетравність її у всьому травному тракті також була на цьому раціоні вищою на 3,7%. В складному шлунку перетравність СКл також була дещо більшою в контролі, так,що до тонкого кишечника надійшло уже більше на 12,4% СКл на дослідному раціоні. У відсотках до спожитої кількості перетравність СКл у складному шлунку становила, відповідно для контрольного та дослідного раціонів, 87,22 та 83,91%.

Таблиця 1. Засвоєння СКл та БЕР в різних відділах травного тракту бугайців

Показник	Раціон	Сира клітковина, г/добу	БЕР, г/добу
1	2	3	4
Спожито з кормами	контроль	1555,2±3,53	3739,1 ± 1,05
	дослід	1388,3±84,59	3627,9±184,1
Змінилось у складному шлунку, +; -	контроль	-1356,5±27,08	-2600,6±75,73
	дослід	-1164,9±16,85	- 2574,6±97,05
Змінилось у шлунку, % від спожитого	контроль	-87,22	- 69,69
	дослід	- 83,91	- 70,97
Надійшло до тонкого кишечника	контроль	198,7 ± 30,62	1138,5 ± 8,32
	дослід	223,4 ± 67,74	1053,3 ± 281,0
Змінилось у тонкому кишечнику, +; - до спожитого	контроль	+149,9 ± 10,19	- 332,8 ± 32,17
	дослід	+44,7 ± 18,27	- 416,8 ± 48,56

Продовження табл. 1

1	2	3	4
Змінилось у тонкому кишечнику, % від спожитого	контроль	+9,64	-8,9
	дослід	+3,22	-11,49
Змінилось у тонкому кишечнику, % від надходження	контроль	+75,41	-29,23
	дослід	+20,03	-39,57
Надійшло до товстого кишечника	контроль	348,6 ± 40,81	805,7 ± 50,49
	дослід	268,2 ± 86,0	630,5 ± 232,58
Змінилось у товстому кишечнику, +; -	контроль	-72,1±8,24	-224,9 ± 56,0
	дослід	+30,3±108,27	+4,0 ± 243,7
Змінилось у товстому кишечнику, % від спожитого	контроль	-4,63	-6,02
	дослід	+2,18	+0,11
Змінилось у товстому кишечнику, % від надходження	контроль	-20,67	-27,92
	дослід	+11,34	+0,62
Виділено з калом	контроль	276,6± 49,05	580,8 ± 106,49
	дослід	298,6 ± 22,37	640,5 ± 11,11
Виділено з калом, % від спожитого	контроль	17,78	15,53
	дослід	21,51	17,65
Перетравлено у всьому шлунково-кишково-му тракті	контроль	1278,7 ± 45,46	3158,3 ± 22,87
	дослід	1089,7±106,96	2987,4 ± 195,21
Перетравлено у всьому шлунково-кишково-му тракті, %	контроль	82,22	84,54
	дослід	78,49	82,35

В тонкому кишечнику на обох раціонах відбулось збільшення кількості СКл, причому на контрольному раціоні це збільшення було втричі більшим, порівняно з дослідом ($P>0,1$). У відсотках до спожитої кількості збільшення становило 9,6 та 3,2%, від кількості, що надійшла – 75,4 та 20,0%, відповідно для контрольного та дослідного раціонів. До товстого кишечника на контрольному раціоні надійшло на 30% більше СКл, порівняно з дослідом. На ділянці товстого кишечника спостерігались різнонаправлені на обох раціонах незначні зміни в перетравності СКл. На контрольному раціоні перетравлено 4,6% СКл від спожитого з кормами та 20,6% від кількості, що надійшла в товстий кишечник, на дослідному раціоні – відбулось незначне збільшення кількості Скл: на 2,2% по відношенню до спожитої кількості та на 11,3% від кількості, що надійшла. Якщо зміну на 2,2% можна віднести до похибки, то 11,3%

вказують на якусь причину. Загальна перетравність СКл у всьому травному каналі була близькою на обох раціонах, з тенденцією до збільшення в контролі. Аналізуючи наведені дані про засвоєння СКл в різних ділянках травного каналу бугайців та в цілому, слід відзначити, що зміна в раціоні кількості розчинного протеїну за рахунок введення термічно обробленого зерна гороху досить значимо впливає на процес травлення. Отримані, на перший погляд парадоксальні, результати щодо збільшення кількості СКл на ділянці тонкого кишечника можна прокоментувати наступним чином. По-перше, сам показник СКл є складовим від вмісту целюлози, геміцелюлози, лігніну, кутіну та інших речовин. Сама целюлоза в стінках рослинних клітин структуровано пов'язана з геміцелюлозою, лігніном, азотистими та мінеральними речовинами [13,14]. По-друге, визначення СКл у кормах, а потім у субстратах, які пройшли обробку ферментами мікроорганізмів у передшлунках, а потім ферментами в кишечнику, очевидно, дає різні результати, тому, що була зруйнована природна резистентність і структура клітин. По-третє, в насінні гороху, як і в інших бобових, в значних кількостях присутній тетрасахарид стахноза [15], який в більшій мірі перетравлювався в тонкому кишечнику. Адже концентратна частка раціону (дерть) уже через 15 хв. після роздачі корму надходила до тонкого кишечника, а в ілеальному хімусі частки концентратів не спостерігались. Могли частково вивільнятися і інші полісахариди (пентозани, що входять до складу геміцелюлоз та гексозани). Не слід ігнорувати і кислотність (Рн) хімусу, який надходив до тонкого кишечника. Оскільки раціони були високопротеїнові і на контрольному раціоні мав місце високий вміст РчСП, то в рубці відбувалось інтенсивне розщеплення протеїну з накопиченням великої кількості аміаку, який не повністю використовувався в синтезі мікробіального білку. Значна частина його всмоктувалася в кров і виводилася з сечею, як це було показано нами в попередній роботі [26]. Інша частка аміаку у водному середовищі зсувала кислотність хімусу в лужний бік. Активність целюлази в лужному середовищі, як відомо, знижується. Подібні результати щодо збільшення кількості клітковини на ділянці тонкого кишечника отримали і інші дослідники [1, Armsrong,Beever,1969;Watson et al.,1972, цит. за 2]. За даними Воробійової [8,27] показник «сирої» клітковини дає лише приблизну оцінку ступеня перетравності кормів. Натомість, під час хімічного аналізу кормів при визначенні клітковини, під дією кислот та лугів частина геміцелюлоз, целюлози та лігніну розчиняється, фільтрується і враховується в БЕР. Таким чином, істинна картина вмісту вуглеводів викривляється [8, 10,27,].

Встановлено [27], що «сира» клітковина різних кормів, калу та дуоденального хімусу містить в собі від 83 до 96% целюлози, від 6 до 25% геміцелюлоз та до 33% лігніну. За ходом визначення клітковини встановлено, що в БЕР переходить від 4 до 17% целюлози, від 77 до 94% геміцелюлоз та від 68 до 100% лігніну сухої речовини зразка. Показано також, що вміст геміцелюлоз і целюлози в кормах в сумі складають 46-60%, що значно перевищує кількість, яка визначається у складі «сирої» клітковини (28-35%). Не випадково в закордонних системах оцінки кормів та виданих за останнє десятиріччя в Україні довідниках [3,7,17,22], застосовується не показник «сирої» клітковини, а нейтральнодетергентної (НДК) та кислородетергентної клітковини (КДК).

Споживання БЕР тваринами на обох раціонах було близьким і не перевищувало 3% на користь контрольного раціону. Загальна перетравність їх також була майже однаковою і становила 84-82%, відповідно для контрольного та дослідного раціонів. У складному шлунку перетравність БЕР на досліджуваних раціонах була однаковою на рівні 70%. На дослідному раціоні до тонкого кишечника надійшло на 7,5% БЕР менше, порівняно з контролем, але було перетравлено більше: в абсолютних величинах на 25%, у відсотках до спожитої кількості з кормами – на 2,3%, а від кількості що надійшла – на 10%. До товстого кишечника на контрольному раціоні надійшло на 27,7% БЕР більше і перетравність їх також була вищою (на 6% від спожитого та на 28% від кількості, що надійшла). В той же час, на дослідному раціоні в товстому кишечнику спостерігалась нульова перетравність або ж тенденція щодо збільшення БЕР. Виділення БЕР з калом було на 2% більшим на дослідному раціоні. Отже, при аналізі процесу травлення в різних відділах травного каналу бугайців за умов зменшеної кількості розчинного протеїну в ізоенергетичних, ізопротеїнових раціонах спостерігається суттєвий вплив даного фактору на перетравність вуглеводних компонентів, особливо в пострумінальних відділах. Очевидно, що основними причинами являються по-перше, зміни біоморфологічної організації і структури полімерних складових (целюлози, геміцелюлоз, лігніну, пектинових речовин), протеїну, ліпідів, мінеральних елементів в кормах, по-друге, застарілі методики визначення СКл та БЕР, як неоднорідних речовин, по-третє, різна тривалість перебування кормів в передшлунку і неоднакова активність різних популяцій мікроорганізмів, як описано в аналітичному огляді даної статті при обговоренні перетравності СКл. На підставі проведених досліджень можна зробити наступний висновок, що оцінка перетравності СКл за

формулою «корм мінус кал» не завжди відображає істинні результати засвоєння. Роль товстого кишечника у засвоєнні поживних речовин раціону занижена, недостатньо вивчена за різних умов годівлі і потребує вивчення за певних фіксованих величинах енергії, протеїну та інших поживних речовин в раціоні. Необхідна більш детальна розшифровка класів вуглеводів в кормах та раціонах для їх ідентифікації в процесі травлення та вкладу в пул поживних речовин організму тварин. Слід зауважити, що в наших дослідженнях результати перетравності вуглеводних компонентів раціонів в пострумінальних відділах шлунково-кишкового тракту бугайців досить суттєво різнились (до 30%) при зниженні рівня розчинного протеїну, але не були статистично вірогідними з причини невеликої кількості оперованих тварин. Хоча подібні дослідження досить трудомісткі, вважаємо, що з метою одержання надійних, статистично підтверджених результатів необхідно проводити їх на поголів'ї не менше 4-х тварин.

Висновки. 1. Ступінь і місце перетравності поживних речовин в шлунково-кишковому тракті жуйних у значній мірі залежить від їх взаємної біологічної структури в кормах.

2. Зниження рівня розчинного протеїну в сіно-концентратному раціоні з 58 до 39% від загальної кількості протеїну, за рахунок термічної обробки зерна гороху, обумовило зміни перетравності вуглеводних компонентів раціону (СКл та БЕР) в пострумінальних відділах шлунково-кишкового тракту бугайців.

3. Для істинної оцінки внеску СКл та БЕР в енергетичний пул тварин необхідна більш детальна розшифровка їхніх вуглеводних складових і визначення перетравності в різних відділах травного тракту тварин.

Список використаної літератури

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

2. Пиатковский Б., Гоффманн Л., Кауффольд П., Шиманн Р., Штегер Г., Фойгт Ю. Импользование питательных веществ жвачными животными / пер. с нем. Н. С. Гельман. Москва : Колос, 1978. 424 с.

3. Verite R., M. Journet, R. Jarrige. 1979. A new system for the protein feeding of ruminants: The PDI system. Livestock Prod. Sci. 6. P. 349-367

4. Sandrson G.R. Polysaccharides in Foods / G.R.Sandrson // Food Technology. – 1981. –Vol.31. - № 7. – P. 50-57.

5. Цюпка В. В., Пронина В. В., Василевский Н. В., Злобина Г. С. и др. Нормированное кормление крупного рогатого скота молочного и комбинированного направления продуктивности : методические рекомендации. ИЖ УААН, Харьков. 1995. 77 с.

6. Янович В. Г., Сологуб Л. І. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. Львів : Тріада плюс, 2000. 384 с.

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

8. Воробьева С. В., Девяткин В. А., Шабанов В. Влияние качества протеина и клетчатки кормов на пищеварение у бычков. *Зоотехния*. 2001. № 12. С. 9–11.

9. Обертюх Ю. В. Роль структурних і не структурних компонентів рослинних кормів в годівлі жуйних тварин. *Корми і кормовиробництво*. 2005. Вип. 55. С.187–194.

10. Кулик М. Ф., Обертюх Ю. В., Шутяк О. В. та інш. Теоретичне обґрунтування ролі клітковини і не структурних вуглеводів у годівлі та живленні жуйних тварин. *Вісник аграрної науки*. 2007. № 5. С. 24–35.

11. Ткач І. М., Голова О. М., Вудмаска І. В. Вплив співвідношення структурних і не структурних вуглеводів в рвці корів на показники азотного обміну і утворення ЛЖК в рубці. НТБ Інституту біології тварин і ДНДКУ ветпрепаратів і кормових добавок. 2008. Вип.9. № 1-2. С.133–137.

12. Van Duinkerken, G. M., Blok C., Bannink A., Cone J. W., Dijkstra J., Van Vuuren A. M., and Tamminga S. 2011. Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: The DVE/OEB2010 system. *J. Agric. Sci.* 149: P. 351-367. <https://doi.org/10.1017/S002185960000912>.

13. Sauvant, D., and 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: P. 755-770. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002670>.

14. Шаповалов С. О., Долгая М. М., Руденко Є. В., Варчук С. С. Оцінка біологічної цінності білків у кормах тварин. Київ : Аграр.наука, 2016. 92 с.

15. Гноевой В. И., Тришин А. К., Гноевой И. В. Биоморфологическая организация и питательность кормов : монография / под ред. проф. В. И. Гноевого. Х.: ФЛП Бровин А. В., 2017. 560 с.

16. Lapierre, H., Larsen M., Sauvant D., Van Amburgh M. E., and Van Duinkerken G. 2018. Review: Converting nutritional knowledge into feeding practices. A case study comparing different protein feeding systems for dairy cows. *Animal*. 12 (s2): P. 457-466. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001763>.

17. INRA.2018.INRA feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishes. Wageningen. The Netherlands.

18. Daniel, J. B., Van Laar H., Dijkstra J. and 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. 2020. *J. Dairy Sci.* 103: P. 11268-11284. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18286>.

19. Зверев А. И., Харченко А. Г. Растворимость кормового протеина – фактор рационального его использования в кормлении дойных коров. *Молочно-мясное скотоводство*. 1990. вип. 77. С. 54–58.

20. Денис Г. Г., Вудмаска І. В. Вплив рівня нерозчинного протеїну у раціоні відгодівельної худоби на її ріст і синтез білків у скелетних м'язах.

Науковий вісник ЛНГУ. 2012. № 37. С.29–32.

21. Петренко В. И. Превращение азотистых веществ в пищеварительном тракте бычков при использовании летних рационов с зеленой люцерной : тез. докл. Всесоюз. совещания, г. Боровск, (3-4 окт. 1989 г.), Боровск, 1989. С. 38.

22. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби : монографія / за ред. В. М. Кандиби, І. І. Ібатулліна, В. І Костенка. Житомир. 2012. 860 с.

23. Цюпко В. В., Василевский Н. В. Доступность сырого протеина для переваривания в тонком кишечнике при разном уровне и соотношении сырого протеина в рационах. *Оценка и нормирование протеинового питания жвачных животных* : тез. докл. Всесоюз. совещания, г. Боровск (3-4 окт. 1989 г.), Боровск, 1989. С. 4–5.

24. Hungate.R.E. In: "The Rumen and its Microbes". New York and London, Academic Press, 1966.

25. Рокицкий П. Ф. Биологическая статистика. Изд. 2-е, испр. Минск : Вышэйш. школа, 1967. 328 с.

26. Петренко В. И., Козырь В. С., Димчя Г. Г., Майстренко А. Н. Переваримость органических веществ в разных отделах пищеварительного тракта бычков при снижении количества растворимого протеина в рационе. *Науково-технічний бюл. Інституту твар. НААН*. Харків, 2021. № 125. С.140–154.

27. Воробьева С. В. Физиологическое обоснование потребления сухого вещества рационов крупного рогатого скота в зависимости от содержания структурных углеводов в кормах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Дубровицы, 2003. 35 с.

References

1. Sinyeshchokov, A.D. (1965). *Biologiya pitaniya sel'skokhozyaystvennykh zhivotnykh [Biology of Farm Animals Nutrition]*. Moscow: Kolos [in Russian].

2. Piatkovskiy, B., Goffman, L., Kauffol'd, P., Shiman, R., Shteger, G., & Foygt, Yu. (1978). *Ispol'zovaniye pitatel'nykh vyeshchesnv zhvachymi zhivotnyvi [The Use of Nutrients by Ruminants]*. N. S. Gelman (Transl.). Moscow: Kolos [in Russian].

3. Verite R., M. Journet, R. Jarrige. 1979. A new system for the protein feeding of ruminants: The PDI system. *Livestock Prod. Sci.* 6. P. 349-367.

4. Sandrson G.R. Polysaccharides in Foods / G.R.Sandrson // *Food Technology*. – 1981. –Vol.31. - № 7. – P. 50-57.

5. Tsyupko, V.V., Pronina, V.V., Vasilevskiy, N.V., & Zlobina, G.S. "et al." (1995). *Normirovannoye kormlyeniye roगतого skota molochogo I kombinirovannogo napravlyeniya produktivnosti: myetodicheskiye rekomendatsii [Normalized Feeding the Cattle of Dairy and Combined Directions Productivity: guidelines]*. Kharkiv: IZH UAAN [in Russian].

6. Yanovych, V.H., & Colohub, L.I. (2000). *Bioloхichni osnovy transformatsii pozyivnykh rehovyn u zhuinykh tvaryn [Biological Bases of Nutrient Transformation in Ruminants]*. Lviv: Triada Plus [in Ukrainian].

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

8. Vorob'ova, S.V., Dyevyatkin, V.A., & Shabanov, V. (2001). Vliyaniye kachestva proteina i klyetchatki kormov na pishchevaryeniye u bychkov [Influence of protein and fiber quality of feed on digestion in bulls]. *Zootekhnika – Zootechnics*, 12, 9-11 [in Russian].

9. Obertiukh, Yu.V. (2005). Rol strukturnykh i nie strukturnykh komponentiv roslynnykh kormiv v hodivli zhuinykh nvaryn [The role of structural and non-structural components of plant fodders in the feeding of ruminants.]. *Kormy i kormovyrobnytstvo - Fodder and Fodder Production*, 55, 187–194 [in Ukrainian].

10. Kulik, M.F., Obertiukh, Yu.V., & Shutiak, O.V., “et al.” (2007). Teoretychne obhruntuvannia roli klitkovyny i ne strukturnykh uhlevodiv u hodivli ta zhivlenni zhuinykh tvaryn [Theoretical substantiation of the fiber and non-structural carbohydrates role in fodder and feeding ruminants]. *Visnyk ahrarnoi nauky – Herald of Agrarian Science*, 5, 24–35 [in Ukrainian].

11. Tkach, I. M., Holova, O. M., & Vudmaska, I. V. (2008). Vplyv spivvidnoshennia strukturnykh i nie strukturnykh vuhlevodiv v ratsioni koriv na pokaznyky azotnoho obminu i utvorennia LZHK v rubtsi [The influence of the structural and non-structural carbohydrates ratio in the cows' diet on the indicators of nitrogen metabolism and the formation of LVH in the rumen]. *NTB Instytutu biolohii tvaryn i DNDKU vetpreparativ i kormovykh dobavok - STB of the Animal Biology and DNDKU veterinary drugs and feed additives Institute*, (Issue9), (No. 1-2), (pp. 133–137). Kyiv [in Ukrainian].

12. Van Duinkerken, G. M., Blok C., Bannink A., Cone J. W., Dijkstra J., Van Vuuren A. M., and Tamminga S. 2011. Update of the Dutch protein evaluation system for ruminants: The DVE/OEB2010 system. *J. Agric. Sci.* 149: P. 351-367. <https://doi.org/10.1017/S002185960000912>.

13. Sauvant, D., and 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: P. 755-770. <https://doi.org/10.1017/S1751731115002670>.

14. Shapovalov, S. O., Dolhaia, M. M., Rudenko, Ye. V., & Varchuk, S.S. (2016). *Otsinka biolohichnoi tsinnosti bilkiv u kormakh tvaryn [Evaluation of the proteins biological value in the animals' fodder]*. Kyiv: Agrarna Nauka [in Ukrainian].

15. Gnoyevoy, V.I., Trishin, A.K., & Gnoyevoy I. V. (2017). *Biomorfologicheskaya organizatsiya i pitatyel'nost kormov [Biomorphological organization and nutritional value of fodder]*. V. I. Gnoyevoy (Eds.), Kharkiv: FLP Brovin A.V. [in Russian].

16. Lapierre, H., Larsen M., Sauvant D., Van Amburgh M. E., and Van Duinkerken G. 2018. Review: Converting nutritional knowledge into feeding practices. A case study comparing different protein feeding systems for dairy cows. *Animal*. 12 (s2): P. 457-466. <https://doi.org/10.1017/S1751731118001763>.

17. INRA.2018.INRA feeding system for ruminants. Wageningen Academic Publishes. Wageningen. The Netherlands.

18. Daniel, J. B., Van Laar H., Dijkstra J. and 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. 2020. *J. Dairy Sci.* 103: P. 11268-11284. <https://doi.org/10.3168/jds.2020-18286>.

19. Zvyeryev, A.I., & Kharchenko, A.G. (1990). Rastvorimost kormovogo proteina – factor ratsionaknogo yego ispolzovaniya v kormlyenii doynnykh korov [The solubility of feed protein is a factor in its rational use in feeding dairy cows]. *Molochnoye i myasnoye skotovodstvo - Dairy and Beef Cattle Breeding*, 77, 54–58 [in Russian].

20. Denis, H.H., & Vudmaska, I. V. (2012). Vplyv riviya nerozchinnoho proteinu u ratsioni vidhodivelnoi khudoby na ii rist i syntezy bilkiv u skeletnykh miazakh [The effect of the insoluble protein level in the fattening cattle diet on its growth and protein synthesis in skeletal muscles]. *Naukovyi Visnyk Luhanskoho NAU – Scientific Herald of Luhansk National Agrarian University*, 21, 29–32 [in Ukrainian].

21. Petrenko, V.I. (1989). Prevrashcheniye azotistykh veshchestv v pishchevaritel'nom traktye bychkov pri ispolzovanii lyetnykh ratsionov s zel'noy lyutsernoy [Transformation of nitrogenous substances in the digestive tract of bulls using summer rations with green alfalfa]. *Abstract reports of All-Union meetings in Borovsk, October 3-4*, (p. 38). Borovsk [in Russian].

22. Teoriya i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby [Theory and Practice of Normalized Cattle Feeding]. (2012). V.M. Kandyba, I. I. Ibatullin, & V.I. Kostenko (Eds.), Zhytomyr [in Ukrainian].

23. Tsyupko, V.V., & Vasilevskiy N.V. (1989). Dostupnost syrogo proteina dlya perevarivaniya v tonkom kishechnike pri raznom urovne i sootnoshenii syrogo proteinovogo v ratsionakh [Availability of crude protein for digestion in the small intestine at different levels and ratios of crude protein in diets]. *Abstract reports of All-Union meetings in Borovsk, October 3-4*, (p. 4-5). Borovsk [in Russian].

24. Hungate, R.E. In: "The Rumen and its Microbes". New York and London, Academic Press, 1966.

25. Rokitskiy, P.F. (1967). *Biologicheskaya statistika [Biological Statistics]*. Ed. 2nd, rev. Minsk: Vysheyshtaya Shola [in Russian].

26. Petrenko, V.I., Kozur, V.S., Dymcha, G.G., & Maystrenko, A.N. (2021). Perevarimost organicheskikh veshchestv v raznykh otdelakh pishchevaritelnogo trakta bychkov pri snizhenii kolichestva rastvorimogo proteina v ratsionye [Digestibility of organic substances in different parts of the bulls' digestive tract with a decrease in the amount of soluble protein in the diet]. *Naukovo-tekhichnyi biul. Instytutu tvar. NAAN - Scientific and Technical Bull. Animal Breeding Institute NAAS*, 125, 140–154 [in Russian].

27. Vorob'ova, S.V. (2003). Fiziologicheskoye obosnovaniye potrebleniya sukhogo veshchestva ratsionov krupnogo rogatogo skota v zavisimosti ot soderzhaniya strukturnykh uglyevodkov v kormakh [Physiological substantiation of the dry matter consumption in the cattle diets depending on the structural carbohydrates content in the fodder]. *Extended abstract of candidate's thesis*. Dubrovitsy [in Russian].