



# Тваринництво, ветеринарна медицина

УДК 636.2:591.132:57.02

© 2023

## МЕТОД ОЦІНКИ ІНТЕГРАЛЬНОГО ВПЛИВУ СТРУКТУРНОСТІ РАЦІОНУ НА ПРОЦЕСИ ТРАВЛЕННЯ В РУБЦІ ТЕЛИЦЬ

Т.О. Єлецька<sup>1</sup>, М.В. Василевський<sup>2</sup>, Є.В. Руденко<sup>3</sup>, Н.П. Русько<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup>кандидати біологічних наук

<sup>3</sup>доктор ветеринарних наук, професор, член-кореспондент НААН

Інститут тваринництва НААН

вул. Тваринників, 1А, м. Харків, 32026, Україна

e-mail: <sup>1</sup>it\_phys@ukr.net, <sup>2</sup>itcorm16@gmail.com, <sup>3</sup>rud.ev.v@gmail.com, <sup>4</sup>mollab@ukr.net

ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-8980-6972, <sup>2</sup>0000-0002-7437-2910,

<sup>3</sup>0000-0003-4903-4597, <sup>4</sup>0000-0003-2739-994X

Надійшла 27.06.2023

**Мета.** Оцінити вплив інтегрального показника структурності раціону на перетравність поживних речовин у телиць. **Методи.** В експерименті було задіяно 2 телиці – з рубцевою та дуоденальною канюлями. Одній тварині згодовували раціон, що складався з силосу кукурудзяного, сіна вівсяного та комбікорму; друга отримувала лише силос кукурудзяний. Для розрахунку перетравності поживних речовин у складному шлунку визначали величину потоку хімусу за добу. Балансові досліді проводили з одночасним відбором зразків рубцевого вмісту, дуоденального хімусу та калу. Склад раціонів, вміст шлунково-кишкового тракту та калу аналізували за загальноприйнятими методами. Середньозважений розмір часточок кормів визначали за допомогою ручного розбору та сухого просіювання, а відібраних біологічних зразків – за допомогою мокрого просіювання. **Результати.** Встановлено зворотну залежність між розмірами часточок раціону та вмістом травного тракту телиць. Спектральні характеристики часточок рубцевого вмісту, хімусу і калу залежали від складу раціону: фракційний склад вмісту рубця мав два піки – в діапазоні розміру часточок 0–2 мм та 11–14,4 мм, а для хімусу і калу спостерігалось невелике зміщення піку крупних часточок у бік зменшення розміру. Інтегральний показник структурності оцінювали за методикою визначення середнього розміру часточок та споживання сухої речовини. Величина його для раціону становила 0,150–0,318, для вмісту рубця – 0,031–0,060, для хімусу – 0,004–0,005, а для калу – 0,003 кг СР·м/добу. Істотної різниці в перетравності поживних речовин у рубці при зміні структурності раціону у разі деякого підвищення синтезу мікробіального сирого протеїну не

**зафіксовано. Висновки.** Розроблено методологічний підхід до визначення інтегрального показника структурності кормів, раціонів, вмісту шлунково-кишкового тракту та калу за добутокм середнього розміру часточок і вмісту сухої речовини зразка. Структурність раціону пов'язана зі структурністю вмісту шлунково-кишкового тракту та калу зворотною залежністю. Зміни структурності не чинили істотного впливу на перетравність основних груп поживних речовин корму в рубці за поліпшення умов синтезу мікробіального сирого протеїну ( $p < 0,05$ ). Зниження структурності негативно впливає на процеси видимої перетравності клітковини (знижує на 2,9%), водночас підвищує перетравність більшості поживних речовин у середньому на 3,5%.

**Ключові слова:** середній розмір часточок раціону, структурність, перетравність, поживні речовини.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-07>

Сучасні уявлення про процеси травлення жуйних практично не враховують вплив структурності кормів на засвоюваність нутрієнтів [1]. У рекомендаціях щодо годування молочної худоби [2] вказано про необхідність введення до раціону певної кількості грубих кормів, проте розміри часточок цих кормів не зазначено. Раціони з недостатнім рівнем структурності можуть бути чинниками, що викликають розлади травлення, порушення мікробіальної ферментації в рубці й обміну речовин, а це призводить до значних економічних втрат через захворювання, які є наслідком таких порушень [3, 4]. З іншого боку, надмірна кількість довговолокнистого грубого корму може обмежити споживання і засвоюваність, що в кінцевому підсумку впливає на енергетичний баланс тварин і зниження продуктивності. Хоча структурні елементи є одним із важливих компонентів у формуванні фізіологічності процесу травлення, сучасні уявлення враховують лише хімічну характеристику корму і не беруть до уваги його фізичну форму, зокрема щільність та розмір часточок, що може значно впливати на ферментацію поживних речовин у рубці і швидкість їх проходження шлунково-кишковим трактом [5]. У зарубіжних виданнях інформація щодо цих показників малопоширена, саме поняття «структурність кормів» у системах нормування різних країн трактується неоднозначно. Вплив структурності на інтенсивність травних процесів виражається через середній розмір часточок раціону, частоту та тривалість румігації

та жуйки, густину рубцевого мату, ступінь перетравлення сухої речовини, вміст нейтрально-детергентної або кислотного-детергентної клітковини [6]. Дехто з дослідників трактує поняття «структурність» на підставі визначення *долі (частки)* клітковини раціону, яка впливає на жирність молока, інші — на вимірюванні показників щільності рубцевого вмісту, розміру часточок корму і хімусу [7]. Загалом наявні у світовій літературі дані свідчать про необхідність врахування впливу такої характеристики раціону, як структурність, на перебіг процесу травлення. Встановлення оптимальних характеристик раціонів та розробка методу оцінювання їх відповідності потребам тварин забезпечує змогу зменшити витрати кормів, проводити діагностику та профілактику порушень процесів травлення у різних відділах шлунково-кишкового тракту молочної худоби і корегувати раціон для забезпечення нормального перебігу цих процесів та збільшення обсягів продукції.

**Мета досліджень** — дослідити вплив інтегрального показника структурності раціону на перетравність основних груп поживних речовин великої рогатої худоби.

**Матеріали і методи досліджень.** Дослідження проводили в Інституті тваринництва НААН на 2 телицях української червоно-рябої породи живою масою 350 кг з рубцевою канюлею великого діаметра та дуоденальною канюлею на початку 12-палої кишки, яка шлюзувалася. Конструкція канюль забезпечувала збирання хімусу, що надходить із сичуга в дуоденум, його

### 1. Характеристика дослідних раціонів ( $M \pm m$ ), $n=3$

Дослід	Суша речовина, г	ДОЕ*, МДж	Концентрація ДОЕ, МДж/кгСР	Рівень годівлі, МДж/М <sup>0,75</sup>	Концентрація сирого протеїну, г	СП/ДОЕ, г/МДж
1	7749,00	77,75±3,82	10,12±0,47	0,80±0,04	7,71	7,71±0,36
2	7763,68	69,80±1,186	10,47±0,28	0,71±0,02	6,66	6,38**±0,17

Примітки. \*ДОЕ — доступна для обміну енергія. Тут і далі: \*\* вірогідність різниці між показниками дослідів на рівні  $p < 0,05$ .

облік і повернення в систему травлення [А.А. Алієв, 1985]. Потік хімусу вимірювали впродовж 9 год після ранкової годівлі. Отримані значення об'єму хімусу за цей час екстраполювали на добовий інтервал, що давало змогу розрахувати перетравність поживних речовин у складному шлунку після хімічного аналізу відібраних проб хімусу та кормів раціону. Годівля тварин здійснювалася двічі на добу (о 8:00 та 17:00) рівними частками. Адаптація травлення телиць до раціону, що вивчався, відбувалася за 14 діб. Проби вмісту рубця відбирали через канюлю діаметром 100 мм із середньої частини рубцевого мату у 3-кратній повторності з інтервалом 3 год у проміжку між ранковою та вечірньою годівлями. Досліди здійснювали згідно з методикою проведення балансових дослідів з одночасним відбором зразків рубцевого вмісту, дуоденального хімусу та калу. Склад кормів, уміст шлунково-кишкового тракту та калу оцінювали згідно з прийнятими методиками аналізу [8]. Середній розмір частинок кормів визначали методом середнього арифметичного зваженого за допомогою ручного розбору та сухого просіювання, а відібраних біологічних зразків — методом мокрого просіювання [9].

Проведено два досліді із залученням прооперованих тварин. Раціон під час першого досліді складався з силосу кукурудзяного, сіна вівсяного та комбікорму, під час

### 2. Розмір часточок раціону, вмісту шлунково-кишкового тракту та калу в телиць, мм

Зразок	Дослід 1	Дослід 2
Раціон	41,33±1,12	22,43±1,15
Рубцевий вміст	4,78±0,34	5,73*±0,35
Хімус	1,05±0,06	0,93±0,12
Кал	1,15±0,04	1,58*±0,22

другого — з силосу кукурудзяного з приблизно рівним за величиною вмістом сухої речовини. Обмінну енергію (ОЕ) раціонів обчислювали за формулою:

$$ОЕ = 14,46 - 0,0007 \cdot \frac{1}{2} СП + 0,0168 \times \frac{1}{2} СЖ - 0,0192 \cdot \frac{1}{2} СК - 0,00028 \cdot \frac{1}{2} БЕР,$$

де СП, СЖ, СК, БЕР — відповідно вміст сирого протеїну, сирого жиру, сирій клітковини та безазотистих екстрактивних речовин у раціоні, г/кг сухої речовини (СР) раціону.

Статистичні розрахунки, побудову графіків та діаграм здійснювали із використанням пакета ліцензійних програм Office Standard 2010 32-bit (лицензія GGWA-A) методами дисперсійного аналізу. Обчислювали середні арифметичні значення ( $M$ ) та стандартні помилки середнього ( $\pm m$ ). Вірогідність відмінностей оцінювали за допомогою парного  $t$ -критерію Стьюдента та методом сполучених рядів (прямої різниці).

**Результати досліджень.** Для зіставлення отриманих даних щодо дослідних раціонів їх вирівнювали за вмістом сухої речовини. З табл. 1 видно, що раціони відрізнялися лише за енерго-протеїновим співвідношенням.

Встановлено зворотну залежність між розмірами часточок корму та часточок вмісту травного тракту (табл. 2). Отримані під час проведення дослідів результати показали, що збільшення середньозваженого розміру часточок раціону з 22,43 мм до 41,33 мм приводило до зниження середнього розміру часточок рубцевого вмісту, тоді як збільшення розміру часточок дуоденального хімусу було незначне. Середній розмір часточок калу був вищий від середнього розміру часточок дуоденального хімусу ( $p < 0,05$ ).

Найімовірніше, в тонкому і товстому кишечнику відбувається переважне перетравлення і зникає відносно дрібна фракція

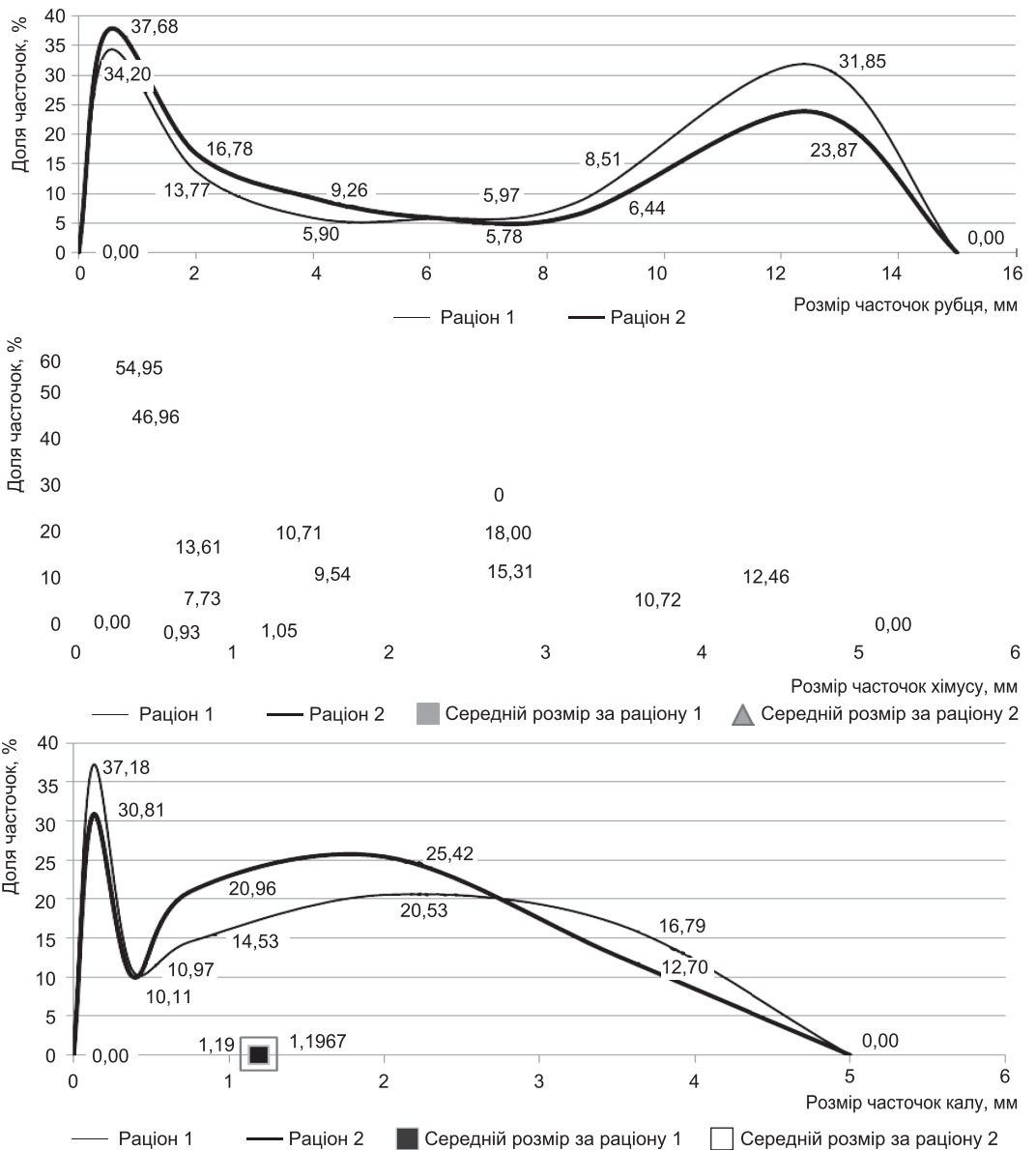


Рис. 1. Спектральний склад часточок вмісту рубця, хіміусу та калу

часточок хіміусу, а калові маси в прямій кишці формуються з більшої фракції, що залишилися.

Фракційний склад рубцевого вмісту залежав від складу раціону і мав два піки — в діапазоні розміру часточок 0–2 мм (за обох раціонів) та 11–14,4 мм (рис. 1).

Загальний вигляд спектральної харак-

теристики часточок калу був схожий на вигляд спектральної характеристики часточок хіміусу. Відміни полягали в тому, що відбувалося невелике зміщення піку крупних часточок у бік зменшення розміру: для раціону 1 — 2,6 мм, для раціону 2 — 1,8 мм. Середній розмір часточок калу майже співпадав і становив 1,19–1,20 мм.

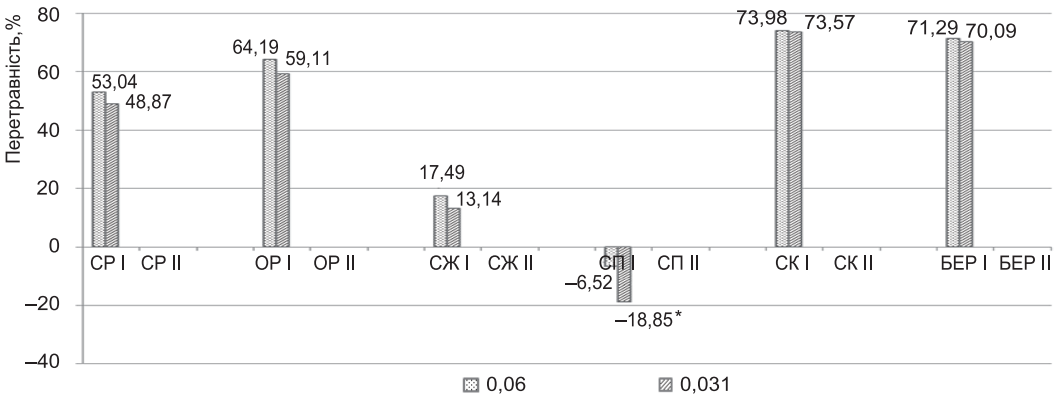
**3. Інтегральний показник структурності раціону, вмісту шлунково-кишкового тракту та калу в телиць, кг СР-м/добу**

Зразок	Дослід 1	Дослід 2
Корм	0,318	0,150
Рубцевий вміст	0,060	0,031
Хімус	0,004	0,005
Кал	0,003	0,003

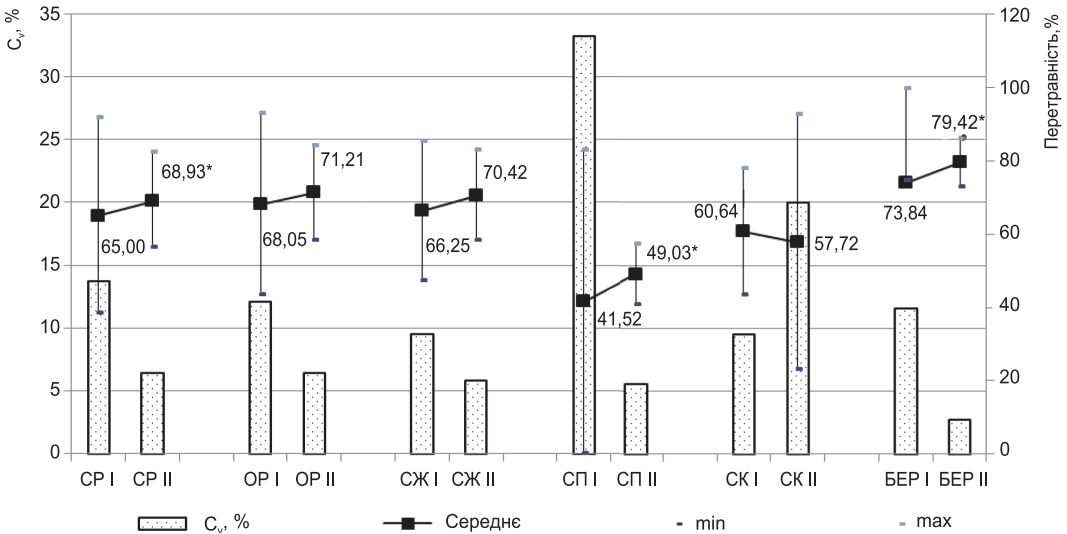
Досліджуючи перетравність поживних речовин раціонів, однакових за хімічним складом, але різних за ступенем подрібнення грубих кормів [10], виявили істотний вплив фактора структурності (розміру часточок та

їх здатності протистояти механічному подрібненню під час пережовування) на процеси травлення у жуйних. Попри те, що середній розмір часточок корму істотно впливає на активацію рецепторів травного тракту, він не може служити адекватною мірою структурності, оскільки тривалість і ступінь впливу залежать також від кількості часточок. У зв'язку з цим для оцінювання структурності використовували показник, розрахований як добуток середнього розміру часточок (м) і загальної кількості сухої речовини (кг) у добовому раціоні, вмісті рубця, хімусі та калі (табл. 3).

Отже, зменшення структурності корму з 0,318 кг СР-м/добу до 0,150 кг СР-м/добу



**Рис. 2. Перетравність поживних речовин у рубці залежно від структурності раціонів**



**Рис. 3. Видима перетравність поживних речовин раціону**

за раціону 1 призвело до збільшення середнього розміру часточок рубцевого вмісту з 4,78 мм до 5,73 мм за одночасного зменшення середнього розміру часточок хімусу з 1,05 мм до 0,93 мм, але при цьому середньозважений розмір часточок калу не змінився (1,19 та 1,20 мм відповідно). У разі раціону 2 часточки дрібної фракції хімусу перетравлювалися інтенсивніше у порівнянні з раціоном 1 та не брали участь у формуванні калових мас.

За різницею «корм — хімус» оцінювали перетравність поживних речовин у рубці (рис. 2) у разі зміни структурності раціону. Істотної різниці в перетравності СР, ОР, СЖ, СК та БЕР не встановлено.

Від'ємна перетравність протеїну зумовлена синтезом мікробіального сирого протеїну в рубці, який у раціоні 2 істотно підвищувався.

Проведення балансових дослідів дало змогу встановити видиму перетравність поживних речовин (рис. 3). Зі зміною раціону видима перетравність усіх поживних речовин, за винятком сирової клітковини, зростала.

Зменшення перетравності клітковини на 2,9%, на наш погляд, зумовлено зменшенням середнього розміру часточок спожитого корму за раціону 2 та меншою стимулювальною дією цього фактора на травні процеси.

## Висновки

Розроблено методологічний підхід до визначення інтегрального показника структурності кормів, раціонів, вмісту шлунково-кишкового тракту та калу за добутом середнього розміру часточок і вмісту сухої речовини зразка, що оцінюється. У розглядуваному діапазоні структурності раціону пов'язана зі структурністю вмісту шлунково-кишкового тракту та калу зворотною залежністю. Зміни структурності не чинили істотного впливу на перетравність основних груп

поживних речовин корму в рубці за незначного поліпшення умов синтезу мікробіального сирого протеїну. З'ясовано, що структурність раціону впливає на середній розмір часточок хімусу та перетравність поживних речовин у різних відділах шлунково-кишкового тракту. Зниження інтегрального показника структурності негативно впливає на процеси перетравлення клітковини (знижує її на 2,9%) і водночас підвищує видиму перетравність інших поживних речовин у середньому на 3,5%.

Yeletska T.<sup>1</sup>, Vasylevskyi M.<sup>2</sup>, Rudenko Ye.<sup>3</sup>, Rusko N.<sup>4</sup>

*Institute of Animal Science of NAAS, 1A Tvarynykiv Str., Kharkiv, 32026, Ukraine; e-mail: <sup>1</sup>it\_phys@ukr.net, <sup>2</sup>itcorm16@gmail.com, <sup>3</sup>rud.ev.v@gmail.com, <sup>4</sup>mollab@ukr.net; ORCID: <sup>1</sup>0000-0001-8980-6972, <sup>2</sup>0000-0002-7437-2910, <sup>3</sup>0000-0003-4903-4597, <sup>4</sup>0000-0003-2739-994X*

### **The method of evaluating the integral influence of the structure of the ration on the processes of digestion in the rumen of heifers**

**Goal.** To assess the influence of the integral indicator of the structure of the ration on the digestibility of nutrients in heifers. **Methods.** In the experiment, 2 heifers were used — with rumen and duodenal cannulas. One animal was fed a ration consisting of corn silage, oat hay, and compound feed; the second received only corn silage. To calculate the digestibility of nutrients in a complex stomach, the amount of chyme flow per day was determined. Balance experiments were performed with simultaneous sampling

of rumen content, duodenal chyme, and faecal matter. The composition of the rations, the content of the gastrointestinal tract, and faecal matters were analyzed according to generally accepted methods. The weighted average size of feed particles was determined by manual sorting and dry sieving, and the selected biological samples were determined by wet sieving. **Results.** An inverse relationship between the size of the ration particles and the content of the digestive tract of heifers was established. The spectral characteristics of the particles of rumen content, chyme, and faecal matter depended on the composition of the ration: the fractional composition of the rumen content had two peaks — in the particle size range of 0–2 mm and 11–14.4 mm, and for chyme and faecal matter, a slight shift in the peak of large particles was observed in the side of decreasing size. The integral index of the structure was evaluated by the method of determining the average particle size and consumption of dry matter. Its value for the ration was 0.150–0.318, for rumen content — 0.031–0.060,

for chyme — 0.004–0.005, and for faecal matter — 0.003 kg SR m/day. A significant difference in the digestibility of nutrients in the rumen with a change in the structure of the ration in case of some increase in the synthesis of microbial crude protein was not recorded. **Conclusions.** A methodological approach was developed to determine the integral indicator of the structure of feed, rations, the content of the gastrointestinal tract, and faecal matter by the product of the average particle size and the dry matter content of the sample. The structure of the diet was inversely related to the structure of the content of the

gastrointestinal tract and faecal matter. Structural changes had no significant effect on the digestibility of the main groups of feed nutrients in the rumen for improving the conditions of microbial crude protein synthesis ( $p < 0.05$ ). A decrease in structure had a negative effect on the processes of visible fiber digestibility (it decreased by 2.9%), while it increased the digestibility of most nutrients by an average of 3.5%.

**Key words:** average size of ration particles, structure, digestibility, nutrients.

**DOI:** <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202312-07>

## Бібліографія

1. Mertens D.R. Particle size, fragmentation index, and effective fiber: Tools for evaluating the physical attributes of corn silages. in Proc. Four-State Dairy Nutr. Mgmt. Conf. MWPS-4SD18. Dubuque, IA, 2005. P. 211–220.
2. National Research council. Nutrient requirements for dairy cattle 7th rev. ed. *Natl. Acad., Washington. D.S.* 2001. 381 p.
3. Fahey G.C., Novotny L., Layton B., Mertens D.R. Critical factors in determining fiber content of feeds and foods and their ingredients. *J. of AOAC INTERNATIONAL.* 2019. V. 102. N 1. P. 52–62. doi: 10.5740/jaoacint.18-0067
4. Beauchemin K.A., Rode L.M., Eliason M.V. Chewing activities and milk production of dairy cows fed alfalfa as hay, silage, or dried cubes of hay or silage. *J. Dairy Sci.* 1997. V. 80. N 2. P. 324–333. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(97)75942-3
5. Beauchemin K.A., Yang W.Z. Effects of physically effective fiber on intake, chewing activity, and ruminal acidosis for dairy cows fed diets based on corn silage. *J. Dairy Sci.* 2005. V. 88. N 6. P. 2117–2129. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72888-5
6. Woolpert M.E., Dann H.M., Cotanch K.W. et al. Management practices, physically effective fiber, and ether extract are related to bulk tank milk de novo fatty acid concentration on Holstein dairy farms. *J. Dairy Sci.* 2017. V. 100. № 6. P. 5097–5106. doi: 10.3168/jds.2016-12046
7. Wei ß H. von J., Pabst W., Granz S. Tierproduktion. Stuttgart, 2011.
8. Влізла В.В., Федорук Р.С., Ратич І.Б. та ін. Лабораторні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині: довідник; за ред. В.В. Влізла. Львів: Сполом, 2012. 764 с.
9. Василевский Н.В., Елецкая Т.А., Гребень Л.Г., Берестовая Л.Е. К вопросу о выборе адекватной процедуры статистического анализа при определении размеров частиц измельченных кормов для крупного рогатого скота. *Проблемы биологии продуктивных животных.* 2017. № 2. С. 88–100.
10. Єлецька Т.О., Василевський М.В. Перетравність поживних речовин в шлунково-кишковому тракті корів залежно від рівня сирого протеїну та способу згодовування раціону. *Вісник ХНУ. Серія «Біологія».* 2012. Т. 16. № 1035. С. 159–167.