
ТВАРИННИЦТВО, КОРМОВИРОБНИЦТВО, ЗБЕРЕЖЕННЯ ТА ПЕРЕРобКА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ПРОДУКЦІЇ

ANIMAL HUSBANDRY, FEED PRODUCTION,
STORAGE AND PROCESSING OF AGRICULTURAL PRODUCTS

УДК 636.2.084

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.26>

БАЛАНСУВАННЯ РАЦІОНІВ ЗА АМІНОКИСЛОТАМИ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ГОДІВЛІ МОЛОЧНОЇ ХУДОБИ: ОГЛЯД

*Бернацький А.О. – аспірант кафедри годівлі, розведення тварин
та збереження біорізноманіття,*

Поліський національний університет

Борщенко В.В. – д.с.-г.н.,

*професор кафедри годівлі, розведення тварин та збереження біорізноманіття,
Поліський національний університет*

Стаття актуалізує питання використання амінокислот у годівлі молочних корів. Це пов'язано з тим, що підходи балансування раціонів за протеїном прогресують у зв'язку із підвищенням продуктивності корів та загальною тенденцією зростання цін на протеїнові добавки, що у свою чергу, потребує постійного вдосконалення моделей годівлі. В ході літературного огляду проведено оцінку впливу балансування раціонів молочних корів за амінокислотами на конверсію корму в молоко, ефективність використання азоту та ефективність використання обмінного протеїну в організмі молочних корів. Аналіз літератури свідчить, що балансування раціонів з амінокислотами покращує синтез молочного білка і, зрештою, ефективність використання азоту або протеїну. З'ясовано, що ефективність використання протеїну ($kPDI$ – ефективність використання обмінного протеїну) залежить від профілю обмінних амінокислот у спожитому раціоні. При цьому ефективність використання протеїну зростає при підвищенні значення відсоткового співвідношення обмінного метіоніну ($MetDI$) до обмінного лізину ($LysDI$). Оптимальне значення даного співвідношення становить від 0.32 до 0.35. Для точного розрахунку потреб молочних корів в обмінному протеїні запропоновано таку формулу: $kPDI = 0.29 + 0.94 * MetDI/LysDI$. Використання даної формули дозволяє зменшити кількість сирого протеїну в раціоні без зниження надбів за рахунок покращеного амінокислотного профілю при цьому як за низьких, так і за високих значень PDI (обмінного протеїну). Таким чином в ході наших досліджень проаналізовані потреби корів в обмінному протеїні і амінокислотах, а також сучасні дані щодо ефективності застосування лізину і метіоніну в годівлі корів. Позитивний досвід застосування амінокислот в практиці годівлі спонукає проводити подальші дослідження орієнтуючись на регіональні умови використання кормів молочними коровами.

Ключові слова: обмінний протеїн, лізин, метіонін, амінокислоти, молоко.

Bernatsky A.O., Borshchenko V.V. Diets balancing by amino acids to improve dairy feeding efficiency: a review

The article updates the issue of the use of amino acids in feeding dairy cows. This is due to the fact that approaches to balancing rations by protein are progressing in connection with increasing productivity of cows and the general trend of increasing prices for protein supplements, which in turn requires constant improvement of feeding patterns. In the course of the literature review was carried out an assessment of the impact of balancing dairy cows' rations by amino acids on the conversion of feed into milk, the efficiency of nitrogen use, and the efficiency of the use of metabolizable protein in the body of dairy cows. Analysis of the literature suggests that balancing rations with amino acids improves milk protein synthesis and, eventually, nitrogen or protein utilization efficiency. It was found that the efficiency of protein utilization (kPDI – the efficiency of utilization of metabolizable protein) depends on the profile of exchangeable amino acids in the consumed diet. At the same time, the efficiency of protein use increases with an increase in the percentage ratio of metabolizable methionine (MetDI) to metabolizable lysine (LysDI). The optimal value of this ratio is from 0.32 to 0.35. To accurately calculate the needs of dairy cows in metabolizable protein, the following formula is proposed: $kPDI = 0.29 + 0.94 * MetDI/LysDI$. The use of this formula allows you to reduce the amount of crude protein in the diet without reducing milk yield due to an improved amino acid profile at both low and high PDI (metabolizable protein) values. Thus, in the course of our research, the needs of cows in metabolizable protein and amino acids were analyzed, as well as modern data on the effectiveness of the use of lysine and methionine in feeding cows. The positive experience of using amino acids in the practice of feeding encourages further research focusing on the regional conditions of feed use by dairy cows.

Key words: metabolizable protein, lysine, methionine, amino acids, milk.

Актуальність дослідження. У молочному виробництві «продукцією» називають показники надоїв, а також вихід молочного жиру та білка.

Кормовими ресурсами для утворення цієї продукції є суха речовина корму та вміст у ній поживних речовин, наприклад, сирого та обмінного протеїну. Ось чому необхідна, по-перше, точна оцінка фактичного споживання сухої речовини (різниця між розданою кількістю корму та кормовими залишками). Значення цього показника часто дуже відрізняється від розрахованого значення, навіть за допомогою комп'ютерних програм. По-друге, не менш важливою є точна оцінка вмісту сухої речовини в повнозмішаному раціоні. Останнє особливо стосується грубих кормів, наприклад, силосів і сінажів, вміст сухої речовини в яких з часом може суттєво змінюватись навіть у межах однієї траншеї.

Ефективність виробництва молока молочною коровою можна визначити за допомогою як мінімум трьох параметрів: суха речовина (вихід молока на 1 кг спожитої сухої речовини), азот (вихід молочного білка на 1 кг спожитого сирого протеїну), обмінний протеїн (вихід молочного білка на 1 кг спожитого обмінного протеїну). Мета цієї статті – пояснити, яким чином балансування раціону за амінокислотами може позитивно впливати на ці три показники.

Аналіз літературних джерел

Конверсія корму. Конверсія корму – це відношення кількості виробленого молока, скоригованого за жирністю (Fat Corrected Milk, FCM, МСЖ), до спожитої сухої речовини. Вона залежить від кількох факторів: породи, стадії лактації, наявності та рівня стресу, якості кормів, стадії тільності, віку тварини тощо. Визначення терміна МСЖ відрізняється у різних системах годівлі молочних корів. Рекомендується використовувати наступну формулу, яка призначена для розрахунку виробництва молока базисною жирністю 3,5% [9, с. 6]:

$$3.5\% * \text{МСЖ} = (0.4324 * \text{кг молока}) + (16.216 * \text{кг молочного жиру}).$$

Насправді це означає: ± 0.454 кг молока з кожного 0.1% зміни базисної жирності молока 3.5%.

Hutjens у 2015 році рекомендував низку норм щодо конверсії корму (таблиця 1) [9, с. 7]. Оскільки споживання корму та обмін енергії залежать від віку тварин та стадії лактації, цільові значення конверсії корму встановлюються залежно від кількості лактацій чи кількості днів у лактації. Метою є отримання оптимальних значень конверсії. Відхилення від встановлених кожної групи норм попереджають у тому, що щось йде негаразд. Наприклад, підвищений коефіцієнт конверсії корму в транзитний період може вказувати на ризик кетозу та ожиріння печінки внаслідок значного негативного енергетичного балансу [5, с. 74].

Таблиця 1

Контрольні показники для порівняння конверсії корму (Hutjens, 2015)

Група, дні лактації (ДЛ)	Конверсія корму*
Основне стадо, (150–225 ДЛ)	1.4–1.5
Телички, (<90 ДЛ)	1.5–1.6
Телички, (>200 ДЛ)	1.2–1.3
Корови 2-ї лактації та старші, (<90 ДЛ)	1.6–1.8
Корови 2-ї лактації та старші, (>200 ДЛ)	1.3–1.4
Новотільні, <21 дня	1.1–1.2
Проблемна група, (150–225 ДЛ)	<1.3
*Конверсія корму = молоко базисної жирності 3.5% / споживання сухої речовини	

Для виробників молока було дуже корисно розраховувати цільові значення виробництва молока базисної жирності з урахуванням фактичних значень споживання сухої речовини. Для цього необхідно враховувати потреби сухої речовини (енергії) для підтримки життєдіяльності. Для корів голштинської породи цей показник становить 6 кг, для корів джерсейської породи – 4.5 кг. В одному кг СР міститься практично стільки ж чистої енергії, скільки у двох кг молока. Наприклад, цільовий надій молока базисної жирності у корів, які споживають 24 кг СР, буде наступним: $(24 - 6) * 2 = 36$ кг [7, с. 27].

Конверсія корму та балансування раціону за амінокислотами

Для оцінки впливу балансування раціонів молочних корів за амінокислотами на конверсію корму буде корисно розраховувати надої не тільки з перерахунком за жирністю 3.5%, а й за білком (3.5% жиру та 3.2% сирого білка), цей показник називається «молоко скориговане за енергією» (Energy Corrected Milk, ЕСМ, МСЕ) і розраховується за такою формулою:

$$\text{МСЕ} = 0.327 * \text{кг молока} + 12.97 * \text{кг жиру} + 7.20 * \text{кг білка} [3].$$

Це необхідно, оскільки балансування раціону за амінокислотами надає позитивний вплив на вихід молочного білка.

Дослідження, проведені на коровах після транзитного періоду, підтвердили позитивний вплив згодовування раціонів, збалансованих за амінокислотами, на показник конверсії корму [10, с. 968; 14, с. 2496]. Дані цих досліджень представлені в таблиці 2. Цілком логічно, що в дослідях, які проводилися відразу після отелу і протягом перших 100 днів лактації, середнє значення конверсії корму не погіршувалося або не змінювалося, мабуть, це відбувалося через нижчу ефективність у транзитний період і вищу у період максимальних надоїв.

Таблиця 2

Вплив балансування раціонів за амінокислотами на показники конверсії корму та використання азоту в різних дослідженнях

Дослідження	СП ¹ , % СР	Дні лактації	КК ² в МСЖ ³ / ССР ⁴ дослід/ контроль	КК в МСЕ ⁵ / ССР дослід/ контроль	Ефект. азоту ⁶ % дослід/ контроль
Ardalan et al., 2010	16.0	1–98	–0.12	–0.11	–1.7
Chen et al., 2011	15.6	143–227	+0.05/+0.17	+0.05/+0.09	+0.3/+2.5
Haque et al., 2012	12.9	179–228	–0.03	0.00	+2.0
Haque et al., 2012	14.5	179–228	+0.01	+0.03	+3.0
Noftsker and St– Pierre, 2003	16.9	28–112	+0.21	+0.20	+3.3
Socha et al., 2005	18.5	1–105	+0.08	+0.12	+3.0
Socha et al., 2005	16.0	1–105	0.00	+0.03	0.0
St–Pierre and Sylvester, 2005	16.6	25–137	+0.16	+0.14	+2.7

¹ СП – сирий протеїн. ² КК – конверсія корму. ³ МСЖ – молоко, скориговане за жирністю 3,5%.
⁴ ССР – споживання сухої речовини. ⁵ МСЕ – молоко, скориговане за енергією (жир 3,5%, білок 3,2%).
⁶ Ефект. азоту – ефективність використання азоту, розрахована за формулою: азот молока/поглинений азот x 100.

На підставі отриманих даних можна зробити висновок про те, що балансування раціонів по амінокислотах покращує конверсію корму за рахунок позитивного впливу на енергетичний баланс у транзитний період та надой в період піку лактації.

Ефективність використання азоту

Ефективність використання азоту (N–efficiency) показує, яка частина споживаного азоту переходить в азот молока (в нього не входить азот сечовини). Даний показник розраховується за наступною формулою:

$$\text{Ефективність азоту} = \frac{\text{загальний сирий протеїн корму}/6.25}{\text{загальний сирий протеїн молока}/6.38} * 100$$

Зазвичай ефективність використання азоту не перевищує 30%, що є дуже низьким показником (рисунок 1). Більше 60% азоту не використовується і виводиться в навколишнє середовище. Згідно з визначенням терміну «ефективність», це означає, що понад 60% – це потрачені впусту сировина, енергію та гроші.

Ефективність використання азоту наряду з вмістом азоту сечовини в молоці є ефективними показниками збалансованості раціону. При дуже низькій ефективності (менше 28%) слід задати наступні питання про причини такої неефективності:

- Перегодовування протеїном?
- Дефіцит енергії у рубці?
- Надлишок перетравного протеїну?
- Ацидоз чи інші метаболічні порушення обміну речовин?

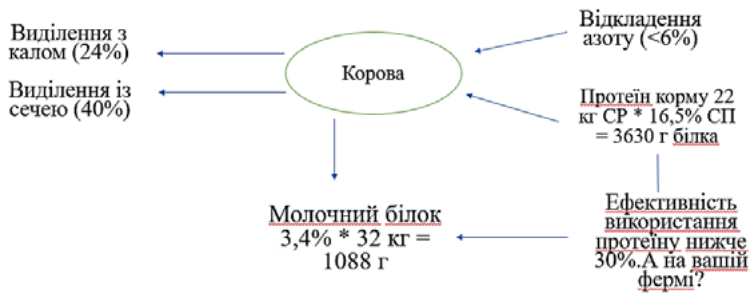


Рис. 1. Використання азоту молочними коровами

Відповідно до Dijkstra et al. максимум 43% кормового азоту може перейти до азоту молока [4, с. 55]. Балансування раціонів з амінокислотами покращує синтез молочного білка і, зрештою, ефективність використання азоту після проходження транзитного періоду (таблиця 2). У транзитний період ефективність використання азоту може знижуватися після балансування раціону з амінокислотами. Однак, не варто розцінювати це як негативний результат. Справа в тому, що корови за 2 тижні до отелу і протягом 5 тижнів після нього мобілізують не тільки жирові резерви, а й білок організму [8, с. 935]. Відповідно зниження ефективності використання азоту в цей період можна розглядати як позитивний ефект через зменшення мобілізації протеїнових резервів тіла.

Ефективність використання обмінного протеїну

Ефективність використання обмінного протеїну (ОП) розраховується за такою формулою:

$$\text{Ефективність використання обмінного протеїну} = \frac{\text{Вихід молочного білка}}{\text{Загальна кількість згодованого ОП} - \text{потреби в ОП на підтримку життєдіяльності}}$$

У французькій системі протеїнової годівлі ОП позначається як PDI (протеїн, що перетравлюється в кишечнику), а для ефективності використання обмінного протеїну використовується параметр kPDI, який показує, скільки молочного білка виробляється з ОП, доступного для виробництва молока. Rulquin et al. висловив припущення, що потреби в обмінному протеїні залежать від його амінокислотного профілю [11, с. 347]. База даних, що використовується у його дослідженні, розроблялася INRA протягом багатьох років. Підсумкова база даних призвела до створення робочого документа, що містить 336 варіантів раціонів. Було виведено таке рівняння:

$$\text{Ефективність використання ОП (kPDI)} = a + b * \text{MetDI/LysDI},$$

де MetDI – вміст обмінного метіоніну (Met), LysDI – вміст обмінного лізину (Lys).

Ефективність використання протеїну (kPDI) безпосередньо залежить від профілю обмінних амінокислот. Ефективність використання протеїну зростає при вищих значеннях відсоткового співвідношення обмінного метіоніну (MetDI) до обмінного лізину (LysDI). Співвідношення MetDI/LysDI є лінійним і становить від 0.22 до 0.43. Рекомендовані значення цього співвідношення знаходяться в межах від 0.32 до 0.35. Часто використовується зворотнє співвідношення

LysDI/MetDI, у цьому випадку цільове значення для ідеального балансу амінокислот становить від 2.9 до 3.1.

Для точного розрахунку потреб молочних корів в обмінному протеїні фахівці з годівлі жуйних тварин можуть використовувати таку формулу:

$$kPDI = 0.29 + 0.94 * MetDI/LysDI.$$

Це дозволить зменшити кількість сирого протеїну в раціоні без зниження надоїв за рахунок покращеного амінокислотного профілю.

Haque et al. довели, що домогтися підвищення ефективності використання обмінного протеїну можна як за низьких, так і за високих значень PDI за рахунок балансування раціонів молочних корів за амінокислотами [6, с. 5886]. Відповідно до Sauvant et al., ефективність використання обмінного протеїну (kPDI) є нелінійною спадною функцією концентрації PDI (г/кг СР) [12, с. 134].

Висновок. Існує кілька способів підвищення ефективності роботи тваринницьких господарств. Поліпшення показників конверсії корму, використання азоту та обмінного протеїну призводить до підвищення рентабельності та стійкості молочного виробництва. Балансування раціонів за амінокислотами значно покращує виробничі показники.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Ardalan, M., Dehghan-Banadaky, M., and Rezayazdi, K. (2010). Milk yield persistency and its relationship with health problems in Holstein dairy cows supplemented with different levels of ruminally protected methionine and choline. *Archiv Tierzucht* 53: 266–276.
2. Chen, Z. H., Broderick, G. A., Luchini, N. D., Sloan, B. K., and Devillard, E. (2011). Effect of feeding different sources of rumen-protected methionine on milk production and N-utilization in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 94: 1978–1988.
3. Dairy Markets & Policy. <https://dairymarkets.org/PubPod/Reference/Library/Energy%20Corrected%20Milk>.
4. Dijkstra, J., Reynolds, C. K., Kebreab, E., Bannink, A., Ellis, J. L., France, J., and van Vuuren, M. (2013). Challenges in ruminant nutrition: towards minimal nitrogen losses in cattle. *Energy and protein metabolism and nutrition in sustainable animal production.* 47–58.
5. Erdman, R. (2011). Monitoring Feed Efficiency in Dairy Cows Using Fat-Corrected Milk per Unit Dry Matter Intake. *Proceeding of Mid-Atlantic Nutrition Conference, College Park MD, 23–24 March, 69–79.*
6. Haque, M. N., Rulquin, H., Andrade, A., Faverdin, P., Peyraud, J. L., and Lemosquet, S. (2012). Milk protein synthesis in response to the provision of an “ideal” amino acid profile at 2 levels of metabolizable protein supply in dairy cows. *J. Dairy Sci.* 95: 5876–5887.
7. Hutjens, M. F., (2004). Enhancing profitability through setting strategic feed efficiency targets. *Advances in Dairy Technology* 16:23–27.
8. Komaragiri, M. V. and Erdman, R. A. (1997). Factors affecting effect of dietary protein on mobilization of body fat and protein. *J. Dairy Sci.* 80: 929–937.
9. Hutjens M. F. (2015). Feeding efficiency strategies. <http://livestocktrail.illinois.edu/uploads/dairynet/papers/Feeding%20Efficiency%20Strategies%20Hutjens.pdf>.
10. Noftzger, S. and St-Pierre, N. R. (2003). Supplementation of methionine and selection of highly digestible rumen undegradable protein to improve nitrogen efficiency for milk production. *J. Dairy Sci.* 86: 958–969.
11. Rulquin, H., Rigout, S., Lemosquet, S. and Bach, A. (2004). Infusion of glucose directs circulating amino acids to the mammary gland in well-fed dairy cows. *J. Dairy Sci.* 87:340–349.

12. Sauvant D., Cantalapiedra-Hijar, G., and Noziere, P. (2014). Actualisation des besoins protéiques des ruminants et application à la détermination des réponses des femelles laitières aux apports de protéines digestibles dans l'intestin (PDI). Renc. Rech. Ruminants 21: 131–134.

13. Socha, M. T., Putnam, D. E., Garthwaite, B. D., Whithouse, N. L., Kearstead, N. A., Schwab, C. G., Ducharme, G. A., and Robert, J. C. (2005). Improving intestinal amino acid supply of pre- and postpartum dairy cows with rumen-protected methionine and lysine. J. Dairy Sci. 88: 1113–1126.

14. St-Pierre, N. R., and Sylvester, J. T. (2005). Effects of 2-hydroxy-4-(methylthio) butanoic acid (HMB) and its isopropyl ester on milk production and composition by Holstein cows. J. Dairy Sci. 88: 2487–2497.

УДК 636.033

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2023.133.27>

ВПЛИВ ТИПУ ГОДІВЛІ НА М'ЯСНУ ПРОДУКТИВНІСТЬ ЧОРНОГО АФРИКАНСЬКОГО СТРАУСА ЗА ЙОГО ПРОМИСЛОВОГО ВИРОЩУВАННЯ

Ведмеденко О.В. – к.с.-г.н.,

доцент кафедри технологій виробництва та переробки

сільськогосподарської продукції імені В.Г. Пелиха,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті розглядається обґрунтування доцільності годівлі чорних африканських страусів загальнозмішаним раціоном для збільшення м'ясної продуктивності. Встановлено, що страуси першої дослідної групи, яким згодовували загально змішаний раціон перевищували страусів другої дослідної з концентрованим типом годівлі на 16,9% ($p < 0,001$). За масою туші перша дослідна група страусів переважала другу на 14,6% парної і 16,6% охолодженої ($p < 0,001$) відповідно. Забійний вихід був майже однаковим (58%). Вихід комерційних м'язів у першій дослідній групі страусів дорівнював 25 кг до обжигування та 19 кг. Вихід комерційних м'язів був у групах птиці приблизно однаковим, у середньому 26% від маси тіла і 45% від забійної маси. Вихід м'яса, яке йде на фарш, у першій дослідній групі на 2,2% більше, ніж у другій групі страусів. Загальна кількість отриманого м'яса від забою страусів першої групи на 12% більше, ніж від страусів другої групи. Показник виходу жиру в першій дослідній групі страусів вірогідно ($p < 0,001$) перевищує цей показник на 37,8% птахів другої групи.

За показниками маси субпродуктів та шкури, маса печінки страусів вище на 25,5% в першій ніж другої групи птиці.

Маса їстівних частин туші дослідної групи страусів, яким згодовували загально змішаний раціон, переважає за цим показником другу групу птиці на 15,6% (5,3 кг; $p < 0,01$). Маса неїстівних частин туші страусів (без урахування жиру) приблизно однакова в обох дослідних групах (21,3 кг). За масою м'язів до виділення сполучної тканини за категорією Філе преміум перша група перевищує другу групу птиці відповідно на 15,9%; за категорією Філе класичне на 14,1%; довге філе+довгий стейк на 20,1% і за категорією Стейк – на 14,9%. Отже, використання загальнозмішаного раціону в годівлі страусів позитивно впливає на рівень м'ясної продуктивності чорних африканських страусів за їх промислового вирощування в умовах Степу України.

Ключові слова: африканський страус, загальнозмішаний раціон, м'ясна продуктивність, забійний вихід, субпродукти, філе, стейк.