



UDC 636.084.412.416

MODERN METHODS OF NUTRITION ANALYSIS AND CORRECTION
FOR DAIRY COWS IN HIGH-PERFORMANCE HERDS

V. Borshchenko, D. Kucher, O. Kochuk-Yashchenko, V. Mamchenko, O. Lavryniuk

Article info

Received
10.02.2020
Accepted
11.03.2020

Zhytomyr
National
Agroecological
University
7, Staryi Blvd,
Zhytomyr, 10008,
Ukraine

E-mail:
[borshenko.1964@
gmail.com](mailto:borshenko.1964@gmail.com)

Borshchenko, V., Kucher, D., Kochuk-Yashchenko, O., Mamchenko, V., Lavryniuk, O. (2020). Modern methods of nutrition analysis and correction for dairy cows in high-performance herds. Scientific Horizons, 03 (88), 96–105. doi: 10.33249/2663-2144-2020-88-3-96-105.

The article presents algorithms for calculating feed nutrition, compiling and evaluating the productive effect of the diet for dairy cows, taking into account specific parameters and criteria, which allow to identify errors in feeding cows promptly and eliminate them during the optimization of nutritions.

The developed method of estimating productive effect of dairy cows diet was developed, taking into account the calculated parameters and criteria (pure lactation energy, digested protein, nitrogen balance in the rumen etc.) lets quickly identify errors in feeding cows and timely eliminate them when optimizing of rations.

For the optimization of nutritions the amount of feed in kilograms of dry matter and the level of crude fiber in the dry matter of the feed have been reduced to the optimum, which allows animals to increase their dietary intake.

The unit of measurement for the cow's need for protein, as well as an indicator of providing the protein is the absorbed protein in the intestine. The digested protein consists of microbial protein, which was formed in the rumen, and not cleaved in the rumen protein. It shows how much protein will be available in the small intestine, while taking into account the energy available in the feed and the amount of protein not cleaved in the rumen.

Reducing the nitrogen balance in the rumen from a critical value of 95 to 55 reduces the threat to the health of the animals, and in particular to the breach of their reproductive capacity, to the health of the udder, and the disease of the hoofs because of the imbalance of protein and energy in the nutrition. Cow productivity also increases through the more efficient nitrogen's using by microorganisms of rumen.

Ration's balancing for high-performance animals requires to use indicators such as: pure lactation energy, digested protein, nitrogen balance in the rumen. It will allow to reduce the cost of the nutrition and increase the milk productivity of cows up to 3 kg per 1 cow and, as a consequence, to generate additional profit up to 34 UAH per 1 cow.

Key words: feed, nutritional value, nutrition, pure lactation energy, digested protein, rumen nitrogen balance, raw fiber, minerals.

СУЧАСНІ МЕТОДИ АНАЛІЗУ ТА КОРЕКЦІЇ РАЦІОНІВ ДЛЯ КОРІВ
ВИСОКОПРОДУКТИВНИХ СТАД

В. В. Борщенко, Д. М. Кучер, О. А. Кочук-Ященко, В. Ю. Мамченко, О. О. Лавринюк
Житомирський національний агроєкологічний університет
бульвар Старий, 7, м. Житомир, 10008, Україна

У статті наведено алгоритми розрахунку поживності кормів, складання та оцінки продуктивної дії раціону для дійних корів з врахуванням конкретних параметрів та критеріїв, що дозволяють

оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

Опрацьована методика оцінки продуктивної дії раціону дійних корів з врахуванням розрахункових параметрів та критеріїв (чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці тощо) дозволяє оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

При оптимізації раціонів кількість корму в кілограмах сухої речовини та рівень сирової клітковини в сухій речовині корму знижується до оптимальної, що дозволяє тваринам збільшити споживання раціону.

Одиницею виміру для потреби корови в протеїні, а також показником забезпечення раціону протеїном прийнятий засвоєний протеїн в кишечнику. Засвоєний протеїн складається з мікробного протеїну, який утворюється в рубці, і нерозщеплюваного в рубці протеїну. Він показує, як багато протеїну буде доступно в тонкому кишечнику і, при цьому, він враховує наявну в кормі енергію і кількість нерозщеплюваного в рубці протеїну.

При зменшенні балансу азоту в рубці із критичного показника 95 до 55, знижується загроза здоров'ю тварин, а особливо порушенню їх відтворювальної здатності, здоров'я вимені, захворювання ратиць через дисбаланс білка й енергії в раціоні. Крім того, слід очікувати підвищення продуктивності корів за рахунок більшої ефективності використання азоту мікроорганізмами рубця.

Балансуючи раціон для високопродуктивних тварин, необхідно використовувати такі показники: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту у рубці, що дасть змогу знизити вартість раціону та підвищити рівень молочної продуктивності корів до 3 кг на 1 корову та, як наслідок, отримати додатковий прибуток до 34 грн на 1 дійну корову.

Ключові слова: корми, поживність, раціон, чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту рубця, сира клітковина, мінеральні речовини.

Вступ

Загальновідомо, що максимально реалізувати генетичний та продуктивний потенціал тварини неможливо без забезпечення їх повноцінної годівлі. Збалансований раціон для годівлі тварин повинен розроблятися у відповідності до їх фізіологічного стану, рівня продуктивності, статеві-вікової групи тощо (Bilouvan, 2008).

У практичних умовах виробництва повноцінна годівля досягається шляхом ретельного балансування раціонів за цілою низкою показників поживної цінності та дотримання правил згодовування кормів. Балансування раціонів за вітчизняними нормами годівлі не гарантує високої продуктивності тварин, оскільки не враховує цілої низки параметрів, які наразі використовуються в країнах з розвинутим тваринництвом. Ці параметри регламентуються нормами NRC (National, 2001; Kandiba, 2008).

До таких параметрів слід віднести кількість нейтрально-детергентної клітковини (НДК), кислото-детергентної клітковини (КДК), розчинний та нерозчинний в рубці протеїн, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці.

Таким чином, норми годівлі, які використовуються нині для оптимізації живлення молочної худоби мають недоліки, які не дозволяють у повній мірі реалізувати генетичний потенціал

продуктивності тварин.

У цьому зв'язку безпосередній практичний інтерес має балансування раціонів корів саме з врахуванням сучасних норм NRC (NRC – відділ Національної академії наук США, який обґрунтовує норми годівлі с.-г. тварин), котрі постійно удосконалюються та використовуються для складання збалансованих раціонів для годівля тварин у США та низку інших країн світу (National, 2001; Humer et al, 2018).

Крім того, в практичних умовах виробництва виникає необхідність детального вивчення питань, пов'язаних з корекцією існуючих раціонів та обґрунтування критеріїв, за якими така корекція здійснюється.

Тому метою роботи є аналіз, корекція та складання раціонів для високопродуктивних корів за сучасними показниками поживності та, відповідно, із систематизованими методичними підходами.

Матеріали та методи

Розрахунок чистої енергії лактації, засвоєного протеїну, балансу азоту рубця (Ryadchikov, 2012) у раціонах проводили згідно з вітчизняними нормами (Bogdanov et al., 2011; Ibatullin et al., 2016).

Для розрахунку поживності корму

користувалися загальноприйнятими методиками (Ibatullin et al., 2016; Dimchya et al., 2018), визначали кількість сухої речовини (СР), сирого протеїну (СП), сирого жиру, сирого клітковини, сирого золи, мікро та макроелементів.

Розрахунок раціонів, їх корекції та оптимізації, а також алгоритм розрахунку поживності кормів проводили за допомогою Microsoft Excel.

Результати досліджень та обговорення

Найбільш важливими показники, за якими балансують раціон у сучасному молочному скотарстві, є:

- суха речовина (СР)
- чиста енергія (ЧЕ, NEL)
- засвоєний протеїн (ЗП, nXP)
- баланс азоту в рубці (БАР, RNB)
- сира клітковина (СК, XF)
- мінеральні речовини: кальцій, фосфор,

$$ЧЕ_{загальна} (Мкал) = ЧЕ_{підтримання} + ЧЕ_{молока};$$

$$ЧЕ_{підтримання} (МДж/гол. на добу) = 0,293 \times ЖМ^{0,75}$$

$$ЧЕ_{молока} (МДж) = Надій (кг) \times ((1,05 (0,38 \times \% \text{ жиру в молоці}) + (0,21 \times \% \text{ білку в молоці})).$$

У сухостійних корів в останні тижні тільності виникає додаткова потреба в енергії на посиленій

з 6 по 4 тижень до отелення = потреба на життя + 13 МДж ЧЕЛ/голову на добу;

з 3 тижня і до отелення = потреба на життя + 18 МДж ЧЕЛ/голову на добу;

$$ЧЕ (Мкал/кг СР) = ЧЕ_{загальна} / \text{Добове споживання сухої речовини.}$$

Потреба лактуючих корів у загальному сирому протеїні (СП_{загальний}) – це сума потреб у сирому протеїні для забезпечення підтримуючих

натрій (Master-klas, 2015; McGilliard et al., 1983; Pierre & Thraen, 1999).

Тому потрібно вміти визначати добову потребу у вищезазначених поживних речовинах для конкретних тварин або технологічних груп.

Відповідно до методики NRC (National, 2001) добове споживання сухої речовини (ДССР) розраховується як функція наступних параметрів: надою 4 % молока (Надій 4 %), живої маси корови (ЖМ) та дня після отелення (ДПО):

$$ДССР = (0,372 \times \text{надій } 4 \% + 0,0968 \times ЖМ^{0,75}) \times (1 - e^{(-0,192 \times ((ДПО/7) + 3,67)}).$$

Або інша формула:

$$ДССР = ЖМ \times 0,011 + 0,3 \times \text{добовий надій} + 4.$$

Потреба лактуючих корів у загальній чистій енергії (ЧЕ_{загальна}) – це сума потреб у чистій енергії для забезпечення підтримуючих функцій організму (ЧЕ_{підтримання}) та чистої енергії, необхідної для утворення молока (ЧЕ_{молока}) (National, 2001; Master-klas, 2015):

ріст плода (Master-klas, 2015).

Потреба в енергії в сухостійний період:

функцій організму (СП_{підтримання}) та сирого протеїну, необхідного для утворення молока (СП_{молока}) (McGilliard et al, 1983; Humer et al, 2018):

$$СП_{загальний} (г) = СП_{підтримання} + СП_{молока};$$

$$СП_{підтримання} (г) = 104,78 + 0,73 \times ЖМ - 0,00015432 \times ЖМ^2;$$

$$СП_{молока} (г) = \text{Надій} (кг) \times (4586 + 1036 \times (\% \text{ жиру в молоці})) / 100 \%;$$

$$СП = (СП_{загальний} / 1000) / \text{Добове споживання сухої речовини.}$$

Одиницею виміру для потреби корови в протеїні, а також показником, котрий забезпечує раціон протеїном, є засвоєний протеїн у кишечнику (ЗП, nXP). Засвоєний протеїн складається з мікробного протеїну, який утворюється в рубці, і нерозщеплюваного протеїну в рубці. Він показує, як багато протеїну буде доступно в тонкому кишечнику і, при цьому, він враховує наявну в кормі енергію і кількість нерозщеплюваного в рубці протеїну. Показник засвоєний

протеїн є розрахунковим (Master-klas, 2015).

Потреба в ЗП розділяється на потребу в протеїні на підтримання життя і потребу на продуктивність:

$$ЗП_{загальна} \text{ потреба} (г/голову на добу) =$$

$$= ЗП_{підтримання} \text{ життя} + ЗП_{продуктивності}.$$

Потреба в засвоєному протеїні на підтримання життя визначається за формулою (Master-klas, 2015):

$$ЗП_{підтримання} \text{ життя} (г/гол. на добу) = (431 \times 1,05) + (ЖМ - 650) / 2,5;$$

$$ЗП_{продуктивності} (г/гол. на добу) = \text{Надій} (кг) \times ((81 \times 1,05) + (10 \times \% \text{ білку в молоці} - 34) \times 2,1)).$$

У останні тижні перед отеленням плід розвивається дуже інтенсивно. Тому маса корови теж збільшується. Потреба в протеїні зростає на 20 г ЗП/50 кг приросту живої маси, що відповідає

1г/2,5 кг (*Master-class*, 2015).

Формула для розрахунку потреби в засвоєному протеїні для сухостійних корів:

$$ЗП_{6-4 \text{ тижні до отелення}}(\text{г/гол. на добу}) = (\text{ЖМ} + 680) / 2,5 + 1135;$$

$$ЗП_{3 \text{ тижні до отелення}}(\text{г/гол. на добу}) = (\text{ЖМ} + 710) / 2,5 + 1230.$$

Для створення мікробного протеїну мікроорганізмам рубця необхідні енергія і білок. Баланс азоту в рубці – це одиниця виміру забезпечення бактерій рубця азотом з урахуванням енергії, що міститься в кормі (*Master-class*, 2015).

Негативний баланс азоту в рубці (г азоту на добу). Якщо баланс азоту в рубці є негативним, це говорить про нестачу азоту. Це означає, що в розпорядженні мікроорганізмів рубця є енергія, за допомогою якої вони могли б виробити більше мікробного протеїну, якби з кормом надійшло більше білка. Негативний баланс азоту рубця вказує на необхідну кількість азоту, котрий необхідно додати в раціон, щоб запобігти його нестачі (*Master-class*, 2015).

Позитивний баланс азоту в рубці (г азоту на добу). Якщо баланс азоту в рубці є позитивним, це говорить або про достатнє забезпечення азотом (показник БАР повинен бути від 1 до 50), або про надлишок азоту (вище 50) і загрозу алкалоза (вище 100). Зменшити позитивний показник БАР можна введенням у раціон додаткової кількості енергії, що дозволить мікроорганізмам рубця переробити аміак у мікробний протеїн (*Master-class*, 2015).

Для правильної годівлі корів необхідна достатня структура корму. Вона створює основу

для здорової роботи рубця, вкрай важлива для забезпечення поїдання великої кількості корму, моторики шлунково-кишкового тракту і процесу травлення.

Одним з показників, що характеризують структуру корму, є сира клітковина. Наприклад, показник сирої клітковини повинен бути не менше 17 % сухої речовини раціону для корів першої третини лактації. Саме на цей показник ми будемо орієнтуватися при розрахунку нашого раціону. Якщо наша корова поїдає 15 кг сухої речовини на добу, значить показник сирої клітковини повинен становити не менше:

$$15 \text{ кг} \times 17 \% / 100 \% = 2,55 \text{ кг, або } 2550 \text{ г.}$$

Крім сирої клітковини, про структуру раціону говорять такі показники як кількість нейтрально-детергентні клітковини, кислотно-детергентні клітковини і кислотно-детергентного лігніну в кормі.

У Німеччині користуються також показником структури корму (число, що дозволяє порівнювати дію структури різних кормів або загального раціону) (*Master-class*, 2015).

Потребу в кальції, фосфорі і натрії для корови на різну продуктивність у розрахунку на кг сухої речовини наведено у таблиці 1 (*Master-class*, 2015):

Таблиця 1. Потреба в кальції, фосфорі і натрії для корови на різну продуктивність у розрахунку на 1 кг сухої речовини

Продуктивність, кг	Кальцій, г	Фосфор, г	Натрій, г
10	4,1	2,6	1,2
15	4,7	2,9	1,3
20	5,3	3,3	1,4
25	5,6	3,5	1,4
30	5,8	3,6	1,4
35	6,2	3,8	1,5
40	6,4	4,0	1,5

Джерело: побудовано за даними *Ibatullin et.al.* (2016).

При складанні раціону необхідно знати показники поживності кормів, які ми використовуємо. По кожному з кормів, які ми плануємо використовувати в розрахунках, потрібно знати

(*Как...*, 2015): суху речовину (CP), енергію (ЧЕЛ, NEL), засвоєний протеїн (ЗП, nXP), баланс азоту в рубці (БАР, RNB), сирі клітковину (СК, XF) та мінеральні речовини (кальцій, фосфор, натрій).

Ідеальним варіантом вважається такий, коли ми свої корми здаємо в лабораторію, і отримуємо сертифікат, в якому вказані всі вищенаведені показники. Це можливо, якщо відправляти проби кормів у спеціалізовані лабораторії або провідні вітчизняні підприємства (Kak..., 2015).

Іншим варіантом можуть бути готові табличні дані поживності корму (Kak..., 2015). Останній варіант – розрахувати відсутні показники, орієнтуючись на вітчизняні довідники

поживності кормів. Порядок та алгоритми розрахунків за допомогою *Microsoft Excel* наведені на рисунку 1.

Розрахунок відсутніх показників (таких як чиста енергія лактації, засвоєний протеїн і баланс азоту в рубці) проводиться на підставі базових даних за поживністю вітчизняних кормів.

Для того щоб правильно скласти раціони, які дійсно працюють на практиці, їх необхідно правильно аналізувати.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	
1	Назва корму, характеристика							введення даних			
3	Результати хімічного аналізу							заливка - введення формул			
4	Вода, г										
5	Суша речовина (СР), г		Неорганічна маса, г		Сира зола (СЗ), г		Вміст мінералів				
6			маса, г		Сирий протеїн (СП), г			Кальцій, г			
7			Органічна маса, г		Сирий жир (СЖ), г			Фосфор, г			
8					Сира клітковина(СК), г			Натрій, г			
9				БЕР, г							
10	Допоміжні розрахунки										
11			Вміст, г/кг сухої речовини		Коефіцієнт перетравності, %		Перетравні сирі речовини г/кг СР				
12	Органічна маса (ОМ)										
13	Сирий протеїн(СП)										
14	Сирий жир(СЖ)										
15	Сира клітковина (СК)										
16	Безазотисті екстрактивні речовини (БЕР)										
17											
18	Розрахунок вмісту енергії в кормі на кг сухої речовини										
19	Загальна енергія (ЗЕ), МДж					=0,0239*СП+0,0398*СЖ+0,0201*СК+0,0175*БЕР					
20	Обмінна енергія (ОЕ), МДж					=0,0312*пер.СЖ+0,0136*пер.СК+0,0147*(пер.ОМ-пер.СЖ-пер.СК)+0,00234*СП					
21	Чиста енергія лактації (ЧЕЛ), МДж					=0,6*(1+0,004*(ОЕ/ЗЕ*100-57))*ОЕ					
22	Розрахунок забезпечення протеїном на кг сухої речовини										
23	Відсоток неперетравного протеїну (НПП),%					Основні показники					
24	Неперетравний протеїн (НПП),г					на кг СР					
25	Засвоєний протеїн (ЗП), г					на натуральну вологу					
26	Мікробний протеїн (МП), г					ЧЕЛ, МДж					
27	Баланс азоту в рубці (БАР), г					ЗП, г					
28						БАР, г					
						СК, г					
						Кальцій, г					
						Фосфор, г					

Рис. 1. Порядок та алгоритми розрахунків показників: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн і баланс азоту в рубці для корму

У якості першого кроку потрібно навчитися правильно аналізувати той раціон, який фактично отримують тварини. Це необхідно для того, щоб переконатися, що складений раціон є правильним і визначити резерви підвищення продуктивності. Аналіз раціону дозволяє виявити помилки годівлі і показує шляхи їх виправлення.

На рисунку 2. наведений фактичний раціон, який використовується в господарстві на поголів'ї тварин з плановою продуктивністю 35 л молока/корову/добу при живій масі 600 кг, жирності молока 3,8 % та вмісті білку в молоці 3,4 %.

Першим кроком аналізу раціону є показники сухої речовини та сирі клітковини. Аналіз вищенаведеного раціону свідчить, що у ньому зависокі показники сухої речовини і сирі клітковини. Так у ньому міститься на 1,770 кг

сухої речовини більше максимально допустимої норми, що свідчить про те, що цей раціон корови не поїдають повністю, а тому в організм не можуть в достатній мірі надійти всі необхідні поживні речовини.

Основним показником, котрий характеризує якість основного корму, є концентрація енергії, яка залежить від кількості клітковини або клітинних оболонок в сухій речовині корму. Забезпечення споживання сухої речовини основного корму залежить від його якості.

Необхідна кількість сирі клітковини забезпечується за рахунок згодовування основних кормів. При цьому, досягається оптимальний рівень рН (приблизно 6–6,5) в рубці. Пропіонова та оцтова кислоти, котрі є у необхідній кількості та співвідношенні 3:1, забезпечують синтез молочного жиру.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	
1	Добовий раціон дійної корови								введення вихідних даних				введення формул						
3	Жива маса	600	кг		Жирність молока	4,0	%		Білок молока	3,4	%		Макс.СР, кг (3,5% ЖМ)	21					
5	Фактичний надій	18	кг/добу		Бажаний надій	20,0	кг/добу		Споживання корму	15	кг сухої речовини/добу								
7	Основний корм	Маса корму, кг	Суха речовина		Енергія, ЧЕЛ		Засвоєний протеїн (ЗП)		Баланс азоту в рубці		Сира клітковина		Кальцій		Фосфор		Натрій		
8			Вміст г/кг нат.во логу	К-ть, кг	Вміст МДж/кг СР	К-ть, МДж	Вміст г/кг СР	К-ть, г	Вміст г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	Вміст, г/кг СР	К-ть, г	
9	Кукурудзяний силос	20	330	6,8	6,8	43,6	133	878	-8	-52,8	185	1221	2,5	18,5	2,5	18,5	0,3	2,0	
10	Сінаж люцерни	13	400	5,2	6,1	31,7	137	712	5	26	280	1352	5,9	30,7	3,8	19,8	0,5	2,6	
11	Сіно лугове	1	880	0,88	5,92	5,1	137	118	3	2,58	225	194	7,2	6,2	3,5	3,0	0,4	0,3	
12																			
13	Сума основного корму	34		12,68		80,4		1708		-24,22		2767		53,4		39,3		4,9	
14	Потреба на життя					35,5		433											
15	Сума без потреби на життя					44,9		1275											
16	Потреба на 1 кг молока					3,28		85											
17	достатньо для ... кг молока					13,7		15,0											
18	Балансуючий корм																		
19	Соевий шрот	1	880	0,9	8,8	7,8	288	253	38	32	67	59	3,4	3,0	7,3	6,4	0,3	0,3	
20	Ячмінь	0	880	0	8,21	0,0	165	0	-8	0	50	0	0,7	0,0	4	0,0	0,3	0,0	
21	Сума баланс концкормів	1		0,9		7,8		253		32		59		3,0		6,4		0,3	
22	Сума основного корму + баланс концкорму без потреби на життя для ЧЕЛ та СП	35		13,5		52,4		1529		7		2825		56,4		45,7		5,2	
23	достатньо для ... кг молока					16,0		18,0											
24	Продуктивний комбікорм																		
25	Соевий шрот	0,5	880	0,4	8,8	3,8	288	127	38	18	67	29	3,4	1,5	7,3	3,2	0,3	0,1	
26	Соняшниковий шрот	0	880	0	6,01	0,0	203	0	29	0	222	0	4	0,0	10,7	0,0	0,5	0,0	
27	Ячмінь		880	0	8,21	0,0	165	0	-8	0	50	0	0,7	0,0	4	0,0	0,3	0,0	
28	Пшениця	0,5	880	0,44	8,53	3,8	170	75	-5	-2	30	13	0,7	0,3	3,8	1,7	0,3	0,1	
29	Кукурудза	1	880	0,88	8,38	7,4	166	146	-10	-9	26	23	0,4	0,4	3,5	3,1	0,2	0,2	
30	Крейда	0,07	997	0,07									383	26,7	0,4	0,0		0,0	
31	Сіль	0,045	995	0,04														387	
32																			
33																			
34	Сума продуктивного комбікорму	2,12	888	1,9		14,9		348		5		68		28,9		8,0		16,9	
35	Сума основного корма + баланс концкормів + прод. концкормів без потреби на життя для ЧЕЛ та СП	37,12		15,4		67,3		1877		12		2891		85,2		53,7		22,1	
36	достатньо для ... кг молока					20,5		22,1											
37																			
38	Контроль вмісту сирової клітковини та мінерального балансу																		
39	Вміст сирової клітковини в сухій речовині					18,76	%							5,53		3,5		1,4	
40	Норма, % або г на 1 кг СР, мін					17%			Потреба Са, Р, На в г/кг СР на...кг молока				10	4,1		2,6		1,2	
41													15	4,7		2,9		1,3	
42													20	5,3		3,3		1,4	
43													25	5,6		3,5		1,4	
44													30	5,8		3,6		1,4	
45													35	6,2		3,8		1,5	
46													40	6,4		4		1,5	
47	Розподіл продуктивного комбікорму на різну продуктивність																		
48	Для кількості молока в кг	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40		
49	Продуктивного комбікорму в кг за					0,83	1,65	2,48	3,30	4,13	4,95	5,78	6,61	7,43	8,26	9,08	9,91		
50	Продуктивного комбікорму в кг за СП					0,92	1,83	2,75	3,67	4,59	5,50	6,42	7,34	8,26	9,17	10,09			
51						ЧЕЛ		ЗП											
52	Міститься 1 кг СР продуктивного комбікорму					7,95		185											
53	на 1 кг молока за енергією потрібнокг комбікорму					0,41													
54	на 1 кг молока за СП потрібнокг комбікорму							0,46											

Рис. 2. Форма розрахунків раціону в програмі Excel

У сухій речовині раціону повинно міститися 18,0–20,0 % клітковини, з яких 12,0 % – це структурна клітковина, тобто повністю сира клітковина

основних кормів, які не містять зернових компонентів. Частково вона присутня в коренеплодах. Зернові компоненти не містять структурної

клітковини.

Другим важливим етапом аналізу продуктивної дії раціону є показник обмінної енергії або чистої енергії. Для того щоб розрахувати, на яку продуктивність вистачить енергії з основного корму, необхідно зробити наступне:

1) із загальної кількості енергії з основного

корму відняти потребу на життя:

$$148,2 - 35,5 = 112,5 \text{ МДж } \text{ЧЕ}_{\text{Лактації}}$$

2) розділити отриманий показник на потребу в енергії на 1 кг молока:

$$112,5 : 3,28 = 35,1 \text{ кг молока можна отримати з основного корму.}$$

Таблиця 2. Фактичний раціон, який використовується в господарстві

Показники	Мінімум	Фактично міститься в раціоні	Максимум
Суша речовина, г		23522	21750
Чиста енергія лактації (ЧЕЛ), МДж	154,2	148,2	
% ЧЕЛ в СР	6,5	6,3	
Сирий протеїн, г	3575,6	3959,5	
% сирого протеїну в СР		16,83	
nXP, г	3575,0	3363,3	
АБР, г	10	95	60
Сира клітковина, г		5489	3780
Структурна клітковина, г	1800	4050	
Крохмаль+цукор, г		4400	7500
% крохмалю+цукру в СР		15,3	
Кальцій, г	135	149	
Фосфор, г	84	105	
Натрій, г	29	33	
Магній, г	33	56	
Розрахунок надою за ЧЕЛ, літрів		<35,1	
Розрахунок надою за СПротеїном, літрів		<38-40	
Розрахунок надою за nXP, літрів		<34,5	

Наступним важливим показником оцінки продуктивної дії корму є сирий протеїн (Master-

class, 2015; McGilliard et al., 1983; St. Pierre &

Thraen, 1999).

При цьому, можуть бути корисними дані, наведені в таблиці 3.

Таблиця 3. Зв'язок між продуктивністю та кількістю і якістю корму (для корів вагою 600 кг)

Споживання СР, кг	Надій за вмістом СР, кг	Вміст білка у раціоні, %													
		12	13	14	14,5	15	15,5	16	16,5	17	17,5	18	18,5	19	
		Надій за вмістом білка в раціоні, кг													
26,0	40,0	26,0	28,5	30,0	31,0	33,0	34,0	35,0	36,0	40,0	41,0	43,0	44,0	41,0	
25,0	38,0	25,5	27,5	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	34,0	39,0	40,0	41,0	42,0	40,0	
24,0	36,0	24,0	26,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	33,0	37,0	38,0	39,0	40,0	38,0	
23,0	34,0	23,5	25,5	27,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	36,0	37,0	38,0	39,0	36,0	
22,0	32,0	22,5	24,5	26,0	27,0	28,0	28,0	29,0	30,5	34,0	35,0	36,0	37,0	35,0	
21,0	30,0	21,5	23,5	25,0	25,0	26,0	27,0	28,0	29,0	32,0	33,0	34,0	35,0	33,0	
20,0	28,0	20,0	22,5	23,0	24,0	25,5	26,0	27,0	28,0	28,0	29,0	30,0	31,0	32,0	
19,0	26,0	19,0	21,5	22,0	23,0	24,0	25,0	25,5	26,0	27,0	28,0	29,0	29,0	30,0	
18,0	24,0	18,5	20,5	21,0	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	28,0	29,0	
17,0	22,0	17,5	18,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	26,0	26,5	27,0	
16,0	20,0	16,5	17,5	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	25,0	25,5	
15,0	18,0	15,5	16,5	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	21,0	21,5	22,0	23,0	23,5	24,0	
14,0	16,0	14,0	15,5	16,0	17,0	18,0	18,5	19,0	19,5	20,0	20,5	21,0	22,0	22,5	
13,0	14,0	13,5	14,5	15,0	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	20,0	20,5	21,0	
12,0	12,0	12,5	13,5	14,0	15,0	15,5	16,0	16,5	17,0	17,5	18,0	18,5	19,0	19,5	

Дані таблиці 3 враховують зв'язок між надоєм корів, споживанням сухої речовини та вмістом білка в сухій речовині раціону.

Також продуктивну дію раціону за вмістом сирого протеїну можна оцінити, орієнтуючись на те, що з 1 кг сирого протеїну раціону може утворитись 10 кг молока (Humer et al, 2018).

Якщо в раціоні спостерігається надлишок розчинного в рубці протеїну (RDP), це може призвести до зниження молочної продуктивності. Основними ознаками високого рівня RDP у раціоні є підвищення рівня сечовини в молоці (MUN) до величини $>18 \text{ g/dl}$ та рідкий гній у тварин.

Захищений або байпасний протеїн не розщеплюється в рубці і без значних змін переміщується до кишечника, де відбувається його розщеплення на амінокислоти. Збалансовані раціони для великої рогатої худоби із великим вмістом глютену або клейковини кукурудзи містять білки, що важко перетравлюються. Використання захищеної сої зумовлює підвищення молочної продуктивності на 6,0–7,5 %. Найбільш підходящими кормами у цьому відношенні є ріпак, люпин, соя, барда, жом.

Головним і найбільш дешевим джерелом білка для годівлі молочних корів є макуха або соняшниковий шрїт, адже дані продукти містять до 96 % розщеплюваного протеїну у рубці, який там перетворюється на аміак.

Баланс азоту в рубці також є корисним показником оцінки продуктивної дії раціону. Якщо баланс азоту в рубці (АБР) перевищує максимально допустимі 60 г то це сигналізує нам про те, що при цьому раціоні в організмі тварини утворюється значно більш висока кількість аміаку, ніж можуть переробити бактерії рубця через нестачу енергії. Це призводить до недоотримання молока, а також є прямою загрозою захворювань печінки та зменшення тривалості господарського використання тварин. Зменшення балансу азоту рубця можна досягнути завдяки додаванню до раціону концентрованого енергетичного корму, що дозволить використати для утворення мікробного протеїну більшу частину азоту у формі аміаку.

Мікробіальний білок утворюється мікрофлорою рубця шляхом використання енергії та перетравної частини органічної речовини раціону. Мікробіальний білок, разом з неперетравним протеїном основного корму, після потрапляння у кишечник тварини, є так званим засвоєним протеїном.

Баланс азоту в рубці та засвоєний протеїн – є нормованими показниками поживності, можуть визначатись лабораторно або розрахунково.

Приклад оптимізації раціону наведений у таблиці 4, а оцінка його економічної ефективності в таблиці 5.

Таблиця 4. Зразок оптимізації раціону

Компоненти раціону	Раціон до оптимізації	Раціон після оптимізації
Кукурудзяний силос, кг	18	14
Сінаж люцерни (високоякісний), кг	12	16
Сіно люцерни, кг	1	0,7
Корнаж, кг	4	5
Ячмінь, кг	2	2
Пшениця, кг	1	1,8
Макуха соняшникова, кг	2	1,8
Шрот соєвий, кг	3	2,8
Пивна дробина, кг	5	4
Меяса, кг	1	1
Раціон дозволяє отримати:		
За вмістом енергії, літрів	<35,1	>35,2
За вмістом сирого протеїну, літрів	<38-40	>36
За вмістом пХР, літрів	<34,5	>35,5
Баланс азоту в рубці (АБР), г	95	55
Вміст сирогої клітковини в СР, %	23,3	20,1

Таблиця 5. Розрахунок економічного впливу оптимізації раціону

Компоненти раціону	Вартість 1 т фізичної ваги, грн	Раціон до оптимізації		Раціон після оптимізації	
		кількість у раціоні, кг	вартість у раціоні, грн	кількість у раціоні, кг	вартість у раціоні, грн
Кукурудзяний силос, кг	1000	18	18	14	14
Сінаж люцерни (високоякісний), кг	1470	12	17,64	16	23,52
Сіно люцерни, кг	550	1	0,55	0,7	0,385
Корнаж, кг	8000	4	32	5	40
Ячмінь, кг	4000	2	8	2	8
Пшениця, кг	4500	1	4,5	1,8	8,1
Макуха соняшникова, кг	5000	2	10	1,8	9
Шрот соєвий, кг	9000	3	27	2,8	25,2
Пивна дробина, кг	1200	5	6	4	4,8
М'яса, кг	900	1	0,9	1	0,9
<i>Разом</i>			0		0
Вартість додатково отриманого молока від корови, грн	10000	0	0	3	30
Додатковий прибуток на кожну корову, грн					4,7

Аналіз фактичного раціону в господарстві (таблиця 4) дозволяє зробити наступні висновки щодо продуктивної дії раціону. Розрахунковий показник – 35 кг молока. Але з реального раціону можна вийти тільки на 35,1 кг за енергією і на 34,5 за засвоєним протеїном (*nXP*). Ці цифри підтверджують відповідні показники (*NEL* – 148,21 замість 154,20 і *nXP* – 3363,29 замість 3575,00).

Також спостерігається перевитрата сирого протеїну на 1 кг молока.

Крім того, завищені показники сухої речовини та сирі клітковини не дозволяють очікувати навіть такої продуктивності. Насторожує також неефективне використання білку в організмі, про що свідчать завищені показники балансу азоту в рубці. Побачивши реальну картину, можна приступити до корегування раціону.

Результати оптимізації раціону: кількість корму у кг сухої речовини та рівень сирі клітковини в сухій речовині корму знизилися до оптимальної кількості, що дозволяє тваринам збільшити споживання раціону; оптимальне співвідношення сухої речовини концентрованих і

грубих кормів; баланс азоту в рубці зменшився із критичного показника 95 до 55, усунуто загрозу здоров'ю тварин через дисбаланс білка й енергії в раціоні. Крім того, слід очікувати підвищення продуктивності корів за рахунок більш ефективного використання азоту мікроорганізмами рубця.

У результаті вищенаведених заходів вартість раціону знизилася, а молочна продуктивність корів очікувано зросте на 3 кг голову. При цьому, планується додатково отримувати 4,50+30,0 грн на корову щодня.

Висновки

Опрацьована методика оцінки продуктивної дії раціону дійних корів з врахуванням розрахункових параметрів та критеріїв (чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту в рубці тощо) дозволяє оперативно виявляти помилки в годівлі корів та вчасно їх усувати на етапі оптимізації раціонів.

За оптимізації раціонів кількість корму в кілограмах сухої речовини та рівень сирі клітковини в сухій речовині корму знизилися до оптимальної кількості, що дозволяє тваринам

збільшити споживання раціону. А завдяки зниженню балансу азоту у рубці у корів очікується підвищення продуктивності за рахунок більш ефективного використання азоту мікроорганізмами рубця.

Балансуючи раціон для високопродуктивних тварин, необхідно використовувати такі показники: чиста енергія лактації, засвоєний протеїн, баланс азоту у рубці, що дасть змогу знизити вартість раціону та підвищити рівень молочної продуктивності корів до 3 кг на 1 корову та, як наслідок, отримати додатковий прибуток до 34 грн на 1 дійну корову.

References

- Biloyvan, V. D. (2008). Strategichne biznes – planuvannya innovatsiy nih proektiv rozvitku tvarinnitstva. efektivni tehnologiyi ta menedzhment u tvarinnitstvi [strategic business – planning innovative livestock development projects]. *Zbirnik naukovih prats Harkivskoyi Derzhavnoyi Zooveterinarnoyi Akademiyi*, 19(1), 21–28. [in Ukrainian].
- Bogdanov G. O., Kandyba V. M. (Ed.). (2011). Normy i ratsiony povnotsinnoyi godivli vysokoproduktyvnoyi velykoyi rohatoyi khudoby. [Standards and rations of highquality feeding of highyielding cattle]. Harkiv, 291. [in Ukrainian].
- Dimchya G. G., Maistrenko A. N. (2018). Rozscheplyuvanlst sirogo proteYinu kormIv ta efektivnIst yogo vikoristannya [Fission of crude protein of feed and efficiency of its use]. *ZernovI kulturi*, V.2. 1, 150–155. [in Ukrainian]. doi: <https://doi.org/10.31867/2523-4544/0021>.
- Ibatullin I. I., Zhukorsky O. M. (Ed.). (2016). DovIdnik z povnotsinnoyi godivli sIlskogospodarskih tvarin [Guide to the complete feeding of farm animals]. Kyiv: Agrarian Science, 300. [in Ukrainian].
- Kak rasschitat' pokazateli chistaja jenergija laktacii, usvoennyj protein i balans azota v rubce dlja korma, znaja dannye po syromu proteinu, syromu zhiru, syroj kletchatke, syroj zole i BJeV. [How to calculate the net lactation energy, digested protein and nitrogen balance in the rumen for feed, knowing data on raw protein, raw fat, crude fiber, raw ash and BEV]. (2015). URL: <http://soft-agro.com/korovy/kak-rasschitat-pokazateli.html> [in Russian].
- Kandiba, V. M. (2008). Aktualni problemi i prioritetni shlyahi rozvitku nauki i praktiki normovanoyi godivli velikoyi roगतoyi hudobi v Ukrayini do 2010–2020 rr. [Actual problems and priority ways of development of science and practice of normalized feeding of cattle in Ukraine till 2010–2020]. *Efektivni tehnologiyi ta menedzhment u tvarinnitstvi. Zbirnik naukovih prats Harkivskoyi Derzhavnoyi Zooveterinarnoyi Akademiyi*, 19(1), 89–98. [in Ukrainian].
- Master-klass: sostavljaem racion dlja korovy.[Master class: make a nutrition for the cow]. (2015). URL: <http://soft-agro.com/korovy/master-klass-sostavlyaem-racion-dlya-korovy.html> [in Russian].
- Humer, E., Petri, R. M., Aschenbach, J. R., Bradford, B. J., Penner, G. B., Tafaj, M., Südekum, K.-H. & Zebeli, Q. (2018). Practical feeding management recommendations to mitigate the risk of subacute ruminal acidosis in dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, 101, 1–17. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13191>.
- McGilliard, M. L., Swisher, J. M. & James. R. E. (1983). Grouping lactating cows by nutritional requirements for feeding. *J. Dairy Sci.*, 663, 1084–1093. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(83\)81905-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(83)81905-5).
- National Research Council. (2001). Nutrient Requirements of Dairy Cattle: Seventh Revised Edition. *Washington, DC: The National Academies Press*. 401. doi: <https://doi.org/10.17226/9825>.
- Pierre, St. N. R. & Thraen, C. S. (1999). Animal grouping strategies, sources of variation, and economic factors affecting nutrient balance on dairy farms. *J. Anim. Sci.* 77, 72–83. doi: https://doi.org/10.2527/1999.77suppl_272x.
- Ryadchikov V. G. (2012). Osnovy pitaniya i kormleniya sel'skohozjajstvennyh zhivotnyh: uchebno-prakticheskoe posobie [Fundamentals of nutrition and feeding of farm animals]. Krasnodar: KubSAU, 328. [in Russian].