

Встановлення продуктивності дійних корів та викидів парникових газів з органічних відходів за різних підходів до організації технології їх годівлі

А. П. Золотарьов, В. І. Піскун, А. В. Пилипченко, Є. В. Руденко,
С. А. Золотарьова, О. К. Трішин, Ю. В. Яценко

Проведено аналіз підходів зі зниження витрат кормового білку та викидів парникових газів з органічних відходів при виробництві молока і встановлено необхідність визначення цих показників за різних підходів до організації технології їх годівлі.

Підвищення вмісту важкорозщеплюваного протеїну в раціонах високопродуктивних корів дозволило знизити викиди парникових газів у розрахунку на 1 голову за добу на 14,12 % в еквіваленті CO₂ при використанні 1,5 кг ТЕП-міксу в раціоні годівлі корів. При застосуванні 1,0 кг ТЕП-міксу цей показник дорівнював 6,44 %. У перерахунку на 1 кг молока базисної жирності ці показники становлять 26,72 % та 12,98 % відповідно.

Багатокритеріальний аналіз виробництва молока за різних підходів щодо організації технології годівлі дійних корів і, зокрема, при використанні добавки ТЕП-мікс з захищеним протеїном показав суттєву перевагу дослідного варіанту № 1 (1,5 кг ТЕП-міксу). Для нього цільова функція за вивченими критеріями є найменшою і становить 0,039 в порівнянні з ідеалізованим варіантом. У той же час цільова функція контрольного варіанту (без ТЕП-міксу) гірша в 2,67 рази, а для дослідного варіанту № 2 (1,0 кг ТЕП-міксу) цей показник дорівнює 2,12.

Використання ТЕП-міксу в годівлі корів забезпечило підвищення їх молочної продуктивності, вмісту молочного жиру та білку і, як наслідок, прибутковості виробництва молока.

Дослідженнями встановлено, що використання запропонованих підходів до організації технології годівлі корів забезпечують підвищення їх продуктивності, зниження витрат кормового білку та покращення захисту навколишнього середовища. На думку авторів, це пов'язано зі збільшенням вмісту важкорозщеплюваного протеїну в раціонах високопродуктивних корів.

Ключові слова: прив'язне утримання, дійні корови, молочна продуктивність, парникові гази, багатокритеріальний аналіз.

1. Вступ

З ростом чисельності населення на планеті стрімко збільшуються і потреби у продовольстві – хлібі, молоці, м'ясі та ін. А отже, підвищується і потреба в зерні, як джерелі білкового та енергетичного корму для сільськогосподарських тварин. У таких обставинах виникає необхідність у розробці способів покращення ефективності використання кормового білку та енергії в організмі жуйних тварин. Нормування раціонів годівлі великої рогатої худоби тільки за вмістом сирого протеїну, без урахування його розщеплюваності, призводить до пе-

ревитрати кормового білку. Це призводить до порушення обміну речовин, утворенню надлишкового аміаку, який виводиться з організму сечею.

Одним зі шляхів зниження витрат білку зернових культур у годівлі великої рогатої худоби є врахування перетравності протеїну при розробці раціонів. Це сприятиме більш повному забезпеченню потреб тварин, підвищенню їх продуктивності та зниженню собівартості продукції.

Актуальною проблемою світової екології є захист навколишнього середовища. Однією з причин цього стали парникові гази, які мають пряме відношення до зміни клімату на планеті. В обов'язок кожної країни входить щорічне надання доповідей з обліку і контролю небезпечних викидів [1].

Проблема парникового ефекту багато в чому обумовлена розвитком промисловості та виробництва продуктів харчування, а також безвідповідальним відношенням до природних ресурсів. Не лише промислове виробництво стає причиною погіршення екології, сільське господарство, в частоті тваринництво, також є небезпекою для навколишнього середовища із-за продуктів життєдіяльності великої худоби.

Основні екологічні проблеми, що виникають від діяльності тваринницьких ферм промислового типу, – це зростання рівня забруднення природного середовища внаслідок емісії парникових газів [2–4], що складає близько 18 %, або майже п'ята частина антропогенних викидів парникових газів [4]. Враховуючи, що виробництво молочних продуктів у 3–4 рази вигідніше, ніж в інших виробничих системах тваринництва [5], то темпи збільшення обсягів продукції будуть зростати із року в рік.

Таким чином, необхідність даних досліджень полягає у вивченні різних підходів до організації технології годівлі корів на їх продуктивність та рівень викидів парникових газів. Це дозволить знизити втрати кормового білку на виробництво одиниці молока та покращити стан навколишнього середовища.

2. Аналіз літературних даних та постановка проблеми

Однією із основних умов реалізації продуктивного потенціалу тварин є вдосконалення системи годівлі на основі використання високоефективних прийомів балансування раціонів. Зниження дефіциту в них поживних і мінеральних речовин істотно зменшить вартість і підвищить ефективність виробництва продукції тваринництва.

У роботі [6] здійснено аналіз сучасного стану розвитку галузі молочного скотарства, яка забезпечує населення незамінними продуктами харчування і є постачальником сировини для молокопереробної промисловості. Доведено необхідність відродження молочного скотарства в Україні та запропоновано шляхи зміцнення позиції на світовому ринку. Але для цього необхідно не тільки збільшити поголів'я корів, але й нагодувати його якісними кормами з достатньою кількістю поживних речовин.

Розщеплюваний у рубці протеїн є джерелом азоту для мікроорганізмів, які використовують його для синтезу амінокислот і власного білку. За високої молочної продуктивності синтез білка молока з амінокислот мікроорганізмів становить лише 40–50 % [7], решта має забезпечуватись негідролізованим у рубці

протеїном раціону. Досягти цього підбором кормів переважно неможливо. Тому, для захисту протеїну від розщеплення в рубці проводять обробку кормів, особливо високобілкових, різними фізичними та хімічними способами.

У сучасних системах годівлі жуйних при визначенні потреби у протеїні виходять не з вмісту сирого та перетравного протеїну в раціоні, а з кількості протеїну, який розщеплюється в тонкому кишечнику. Цей показник визначається як сума розщеплюваного і нерозщеплюваного в рубці протеїну. Новий підхід до забезпечення протеїнового живлення високопродуктивних жуйних тварин базується на забезпеченні організму за рахунок легкокорозчинних азотних сполук протеїну корму і небілкових джерел азоту, який забезпечується протеолізом білку мікроорганізмів і білку корму [8]. Автори зазначають, що бактеріям потрібно приблизно 1,31 кг доступного в рубці азоту на виробництво 1 кг бактеріального протеїну. Ці дані узгоджуються з NRC 2001.

Дослідженнями [9] довготривалого експерименту (12 тижнів) доведено, що дефіцит білку, що метаболізується, призводить до зниження молочної продуктивності і вмісту молочного білку. Проте, застосування захищених амінокислот сприяло збереженню продуктивності на майже розрахунковому рівні. У той же час авторами не зроблено економічних розрахунків застосування амінокислотних добавок.

При вивченні впливу концентрації та расщеплюваності кормового білку при введенні в раціони лактуючих молочних корів захищеного метіоніну відзначено збільшення споживання сухої речовини на 0,7–1,1 кг/день. У зв'язку з цим підвищувалися і молочна продуктивність на 1,8 кг/день, і вихід молочного жиру на 0,06 кг/день [10].

Також проводились дослідження щодо застосування захищених білків і жирів у годівлі дійних корів [11]. У порівнянні з контролем, у дослідних групах з захищеним протеїном спостерігалось більш високе споживання сухої речовини корму і, відповідно, підвищення молочної продуктивності на 16,5 і 21,0 %. У той же час, незважаючи на підвищення вартості раціону, прибуток в цих групах також був більшим. Але необхідно враховувати, що в досліді використовувались корови з низькою, як для країн з розвинутим тваринництвом, добовою продуктивністю – на рівні 9–13 кг молока.

Тваринництво спричиняє викиди таких парникових газів як метан, вуглекислий газ і закис азоту [12]. Основні викиди включають кишковий CH_4 від тварин, CH_4 і N_2O з гною при тривалому зберіганні і при внесенні в поля. Також сюди відносять і N_2O в результаті процесів нітрифікації і денітрифікації в ґрунті, на яких вирощують кормові культури.

Проаналізувавши сучасний стан та структуру викидів парникових газів у сільському господарстві [13], зроблено висновок, що основним джерелом викидів метану та закису азоту є тваринництво. За даними автора, емісія CH_4 та N_2O становить 85,06 та 55,52 кг/гол ВРХ/рік відповідно. Однак це узагальнені дані, без розподілу на системи утримання.

За для зниження викидів парникових газів у атмосферу проводяться чисельні дослідження в області годівлі корів у різних країнах світу. Наприклад, [14] пропонується замінити систему утримання і годівлі у загонах на пасовищне. У

той же час, в роботі [7] пропонується застосовувати захищені амінокислоти у годівлі дійних корів у різні періоди лактації. Згідно їх досліджень, це дозволяє не тільки підвищувати продуктивність корів, але і знизити викиди парникових газів. Проте автори не наводять економічних розрахунків своїх пропозицій.

Проведені дослідження, які дозволяють зменшити виділення парникових газів, в частоті аміаку CH_4 , за рахунок заміни ячменю на овес в складі кормосуміші. Така заміна не має негативних наслідків для маси тіла тварин, продуктивності або енергетичного балансу [15].

Також розглядається можливість регулювання викидів за допомогою селекції та генетики. Хоча результати ще не перевірені на достатній кількості популяцій та різних породах, дослідження демонструють наявність адитивних генетичних варіацій ознак, які можна використати у селекційних програмах для покращення виробництва молока [16]. Проте, ці дослідження бажано було б доповнити даними з визначення фактичних викидів, отриманих, наприклад, за допомогою респіраційних камер.

При вивченні впливу ліній корів голштино-фризької породи і системи годівлі на викиди парникових газів, встановлено, що корови з більш високим рівнем продуктивності виділяють парникових газів на 1 кг сухої речовини молока більше. [17]. У той же час, автори відмічають, що зниження викидів на 9 % при виробництві молока відбулося за рахунок зниження частки сухостійних корів (з 35 % до 18 %) у стаді. Тобто, при визначенні загальної кількості викидів парникових газів по фермі треба враховувати і непродуктивних корів, і проводити розрахунки не на одиницю продукції, а на поголів'я.

В цілому, частка викидів парникових газів, що пов'язані з худобою, складають до 7,1 гігатон вуглекислого газу щороку, що становить 14,5 % від усіх викидів. Головні джерела викидів наступні: виробництво і обробка корму (45 % від загального), процес травлення коровами (39 %) і розкладання гною (10 %). Решта представлена обробкою і транспортуванням продуктів тваринного походження [18].

У зв'язку з викладеним виникла необхідність вивчення впливу різних підходів до організації технології годівлі корів на їх продуктивність та рівень викидів парникових газів із органічних відходів при виробництві молока. Після проведення аналізу запропонувати заходи щодо зниження цього впливу.

3. Мета і завдання дослідження

Метою дослідження є встановлення продуктивності дійних корів та викидів парникових газів з органічних відходів за різних підходів до організації технології їх годівлі. Це дасть можливість підвищити продуктивність дійних корів та знизити викиди парникових газів.

Для досягнення мети були поставлені такі завдання:

- вивчити різні підходи організації технології годівлі корів на їх продуктивність;
- визначити рівні викидів парникових газів із органічних відходів при виробництві молока;

– провести багатокритеріальний аналіз впливу різних підходів організації технології годівлі корів на рівні викидів парникових газів із побічної продукції.

4. Матеріали і методи дослідження

4.1. Методика вивчення впливу різних підходів організації технології годівлі корів на їх продуктивність

Об'єктом дослідження була молочна продуктивність дійних корів. Дослідні групи сформовані методом пар-аналогів з урахуванням породи, молочної продуктивності, фази лактації, живої маси [19, 20].

Дослідження проведені у різні сезони року на високопродуктивних дійних коровах української чорно-рябої молочної породи на фермі з прив'язним утриманням.

Дослідження з визначення можливостей зниження негативного впливу мікроклімату в зимовий період на прояв ознак продуктивності тварин за рахунок використання білкової кормової добавки з захищеним протеїном ТЕП-мікс (ТОВ Арніка ФІД, Україна). Проведено науково-господарський дослід в умовах ДП «ДГ «Гонтарівка»» Харківської області на 3 групах корів по 8 голів у кожній. Було сформовано три групи корів - контрольна та дві дослідні. У складі раціону I дослідної групи використовували 1,5 кг енерго-протеїнової білкової добавки ТЕП-мікс, а II дослідної – 1,0 кг цієї ж добавки замість частини комбікорму.

Тривалість досліду – 235 днів.

Умови утримання, параметри мікроклімату, режим годівлі та напування у всіх групах були однакові.

Раціони усіх піддослідних тварин за всіма лімітованими органічними та мінеральними поживними речовинами були збалансовані згідно діючих деталізованих норм годівлі [21], з урахуванням хімічного складу та поживної цінності кормів.

У процесі проведення досліду враховували наступні чинники:

- фактичний хімічний склад та поживність кормів;
- фактичне споживання кормів шляхом проведення контрольних годівель кожні 10 днів;
- рівень молочної продуктивності корів – шляхом проведення контрольних доїнь з подальшим відбиранням середніх проб молока для визначення його якості.

Аналіз молока проводили за хімічним складом, поживною та енергетичною цінністю. Визначення фізико-технологічних властивостей: масової частки істинного (tru) білку, жиру (Fat), лактози (Lac), сухої речовини (Solids), сухого знежиреного залишку молока (SNF), загального (total) протеїну проводили за ДСТУ 8396:2015 Молоко коров'яче. Визначення масової частки жиру, білку, лактози, сухої речовини – методом інфрачервоної спектрометрії (експрес-метод), точки замерзання (FPD) за ДСТУ 7671:2014 Молоко коров'яче. Визначення точки замерзання кондуктометричним методом (експрес-метод) – на приладі Bentley Combi 150 (Bentley, США). Поживна та енергетична цінність розрахована за вмістом поживних речовин та їх калоричних коефіцієнтів. Вміст соматичних клітин у молоці – інструментально за ДСТУ 7672:2014 Молоко ко-

ров'яче. Визначення кількості соматичних клітин – методом проточної цитометрії (експрес-метод) на приладі Bentley Somacaunt 150 (Bentley, США).

Проби молока від кожної корови відбирали за допомогою пробника, пропорційно надою згідно вимог ДСТУ ISO 707:2002 Молоко та молочні продукти. Настанови з відбирання проб (ISO 707:1997, IDT). Зразки надходили в лабораторію законсервованими пігулками Broad Spectrum Mikrotabs фірми D&F Control Systems, Inc. (США).

4. 2. Методика вивчення рівнів викидів парникових газів із побічної продукції при виробництві молока

Експериментальна частина роботи проводилась на базі ДП «ДГ «Гонтарівка»», у відділі годівлі, фізіології живлення сільськогосподарських тварин та кормовиробництва та лабораторії технологій у скотарстві Інституту тваринництва НААН (м. Харків, Україна).

Об'єктом дослідження були викиди парникових газів на молочній фермі з прив'язним утриманням дійних корів.

Оцінка викидів парникових газів в результаті видалення, зберігання та використання побічної продукції (органічних відходів) при виробництві молока проведена на основі підходів викладених у «Руководящих принципах национальных инвентаризаций парниковых газов» [22].

Для цього здійснювали відбір зразків корму з визначенням сирого протеїну, сирого жиру, сирого клітковини та безазотистих екстрактивних речовин. Відбирались проби органічних відходів з подальшим визначенням азоту, фосфору, калію, вологи, органічної речовини в контрольній та I дослідній групах. З урахуванням отриманих даних визначали викиди метану, прямі викиди N₂O та непрямі викиди N₂O.

Значення коефіцієнтів CH₄ викидів в результаті прибирання, зберігання і використання органічних відходів визначалось за рівнянням:

$$EF_i = (VS_i \cdot 365) \cdot \left[B_{oi} \cdot 0,67 \text{ kg/m}^3 \cdot \sum_{s.k} \frac{MSF_{s.k}}{100} \cdot MS_{isk} \right], \quad (1)$$

EF_i – коефіцієнт річних викидів метану для заданої категорії i худоби, кг CH₄/тварина* рік;

VS_i – добове виділення летучої твердої речовини для заданої категорії худоби i , кг СР/тварина * рік;

365 – основа для розрахунку річного виробництва, діб/рік;

B_{oi} – максимальна метанопродуцируюча здатність для гною худоби категорії i , м³/кг виділених VS_i ;

0,67 – коефіцієнт перетворення м³ CH₄ в кілограми CH₄;

$MSF_{s.k}$ – коефіцієнт перетворення метану для кожної системи s прибирання, зберігання і використання гною у кліматичному регіону k , %;

MS_{isk} – частка гною, яка обробляється з використанням системи s прибирання, зберігання і використання гною в кліматичному регіоні k , в залежності від категорії i худоби, не має розмірності;

Значення прямих викидів N_2O в результаті прибирання, зберігання і використання гною визначали за рівнянням:

$$N_2O_{D(\min)} = \left[\sum_s \left[\sum_i (N_i \cdot Nex_i \cdot MS_{i.s}) \right] \times EF_{3s} \right] \cdot \frac{44}{28}; \quad (2)$$

$N_2O_{D(\min)}$ – прямі викиди N_2O в результаті прибирання, зберігання і використання гною в країні, кг N_2O /рік;

N_i – кількість голів виду/категорії худоби i в країні;

Nex_i – середньорічне виділення азоту на одну голову худоби виду/категорії худоби i в країні, кг N/тварина * рік;

$MS_{i.s}$ – частка сумарного середньорічного виділення азоту для кожного виду/категорії худоби i , яка обробляється в рамках системи s .

EF_{3s} – коефіцієнт викидів для прямих викидів N_2O від системи прибирання, зберігання і використання гною s в країні, кг N_2O-N /кг в системі s ;

s – система прибирання, зберігання і використання гною;

i – вид/категорії худоби;

44/28 – коефіцієнт перетворення викидів $(N_2O-N)_{(\min)}$.

Значення непрямих викидів N_2O , пов'язаних з випаровуванням азоту в результаті прибирання, зберігання і використання гною визначали за рівнянням:

$$N_2O_{G(\min)} = \left(N_{\text{леткість MMS}} \cdot EF_4 \right) \cdot \frac{44}{28}, \quad (3)$$

$N_2O_{G(\min)}$ – N_2O , пов'язане з випаровуванням азоту в результаті прибирання, зберігання і використання гною в країні, кг N_2O /рік;

EF_4 – коефіцієнт викидів для викидів N_2O в результаті осадження азоту з атмосфери на ґрунт і водні поверхні, кг N_2O-N /кг які випарувалися NH_3-N+NO_x-N , значення за умовчанням складає 0,01 кг N_2O-N /випарувалися NH_3-N+NO_x-N .

Значення непрямих викидів N_2O в результаті вимивання при прибиранні, зберіганні і використанні гною визначали за рівнянням:

$$N_2O_{i(\min)} = \left(N_{\text{вимивання-MMS}} \cdot EF_5 \right) \cdot \frac{44}{28}, \quad (4)$$

$N_2O_{L(\min)}$ – непрямі викиди N_2O в результаті вимивання і стоку при прибиранні, зберіганні і використанні гною в даній країні N_2O /рік;

$N_{\text{вимивання-MMS}}$ – кількість азоту, що втрачається із системи видалення, зберігання та використання органічних відходів, кг N/рік,

EF_5 – коефіцієнт викидів для викидів N_2O в результаті вимивання із стоку азоту, кг N_2O-N /кг що вимивається і азоту, який стікає (за умовчанням складає 0,0075 кг N_2O-N /кг що вимивається і азоту, який стікає).

4. 3. Методика оцінки різних підходів організації технології годівлі дійних корів

Багатокритеріальний аналіз проводили за методом оцінки інтегрального критерію відстані до цілі із застосуванням підходу згортання всіх критеріїв до одного N за допомогою нормування [23].

Для порівняльної оцінки за комплексним показником на основі методу багатокритеріального аналізу знаходили відносну відстань $N(C_k)$ для кожного альтернативного рішення з виразу:

$$N(C_k) = \frac{\sum_{i=1}^n u_{ij}^H - \sum_{i=1}^n u_{i_0}^H}{\sum_{i=1}^n u_{i_0}^H}, \quad (5)$$

де $N(C_k)$ – ефективність кожного з варіантів, що вивчаються, у порівнянні з ідеалізованим;

u_{ij}^H – нормований j -й показник варіанту, що вивчається;

$u_{i_0}^H$ – нормований 0-й показник ідеалізованого варіанту;

n – кількість оцінюваних критеріїв.

Шляхом статистичної обробки проведено оцінку кореляційних зв'язків між показниками, що вивчаються, а також встановлено ступені впливу основних характеристик мікроклімату та погодних умов на результативні характеристики, які отримані за таких технологічних параметрів [23].

5. Результати дослідження різних підходів організації технології годівлі дійних корів

5. 1. Вивчення різних підходів організації технології годівлі корів на їх продуктивність

З метою вивчення впливу різних підходів організації технології годівлі корів на їх продуктивність за рахунок використання енерго-протеїнової добавки з захищеним протеїном ТЕП-мікс проведено дослідження на високопродуктивних коровах. Результати представлені в табл. 1.

Застосування ТЕП-міксу в раціонах годівлі корів дозволило збільшити вміст захищеного протеїну на 41,4 % у I дослідній групі та на 26,4 % у II дослідній при майже однаковому вмісті сирого протеїну. Це сприяло підвищенню молочної продуктивності натурального молока і молока базисної жирності (на 117,2 та 7,5 % відповідно), вмісту білку в молоці (на 5,2 та 3,5 абс. %). Незважаючи на подорожчання добового раціону, прибуток від реалізації добового надою теж був вищим у дослідних групах (на 19,2 % та 8,0 % відповідно).

Таблиця 1

Дані визначення продуктивності дійних корів за різних підходів щодо організації технології їх годівлі, ($M \pm m$), ($n=8$)

Показники	Позначення	Група		
		Контрольна	I дослідна	II дослідна
Тривалість досліду, днів	Д	235	235	235
Загальна поживність корму, МДж	ЗПР	223,9	228,8	227,2
Сирий протеїн, г	ПС	3216	3295	3248
Розщеплюваний протеїн, г	ЗК	2499	2281	2342
Захищений протеїн, г	ЗП	717	1014	906
Кількість молока базисної жирності, кг/гол./добу	КБМ	30,35	35,57	32,63
Блок, %	Б	2,87	3,04	2,97
Викиди парникових газів в еквіваленті CO ₂ , кг/гол./добу	ВПГ	0,0417799	0,0358812	0,0390877
Вартість раціону на 1 гол./добу, грн.	ВР	87,03	95,23	92,50
Виручка від реалізації молока, грн./гол./добу	СМ	153,0	174,0	163,8
Прибуток від реалізації молока, грн./гол./добу	ОП	66,0	78,7	71,3

5. 2. Визначення рівнів викидів парникових газів із побічної продукції при виробництві молока

На основі даних масових часток сирого протеїну, сирого жиру, сирого клітковини та безазотистих екстрактивних речовин у кормах визначали валову спожиту енергію тваринами на комплексі. На основі цих даних провели оцінку викидів метану, прямих та непрямих викидів N₂O. Результати представлені у табл. 2.

Таблиця 2

Викиди парникових газів при виробництві молока в контрольній та дослідній групах

Викиди парникових газів за добу від корови на 1 кг молока базисної жирності	Викиди CH ₄ , кг	Викиди N ₂ O від органічних відходів, кг		Викиди ПГ разом в еквіваленті CO ₂ , кг
		N ₂ O прями викиди	N ₂ O непрямі через вивітрювання	
Контрольна група	0,000784	0,00007597	0,00000569654	0,0417799
I дослідна група	0,000680	0,00006481	0,00000486055	0,0358812
II дослідна група	0,0007389	0,00007071	0,00000529859	0,0390877

Встановлено, що в середньому за період дослідження від органічних продуктів корів контрольної групи виділялося 0,0417799 кг парникових газів в еквіваленті CO₂ за добу. Від тварин I дослідної групи виділялося 0,0358812 кг, а II дослідної виділялося 0,0390877 кг парникових газів в еквіваленті CO₂ за добу.

Дослідження показали, що викиди парникових газів у розрахунку на 1 голову за добу знизились на 14,12 % в еквіваленті CO₂ при використанні 1,5 кг ТЕП-міксу в раціоні годівлі корів. У той же час при застосуванні 1,0 кг ТЕП-міксу викиди парникових газів у розрахунку на 1 голову за добу знизились на 6,44 %.

У перерахунку на 1 кг молока базисної жирності ці показники становили 0,001376603, кг 0,001008749 кг (-26,72 % до контролю) та 0,001197907 кг (-12,98 % до контролю) відповідно.

5.3. Багатокритеріальний аналіз впливу різних підходів організації технології годівлі корів на рівні викидів парникових газів

Нормовані показники ефективності u_{ik} для базового і нових варіантів та функції мети $N(C_k)$, обчислені за (5), наведені в табл. 3.

Багатокритеріальний аналіз виробництва молока за різних підходів щодо організації технології годівлі дійних корів і, зокрема, при використанні добавки ТЕП-мікс з захищеним протеїном показав суттєву перевагу дослідного варіанту № 1(1,5 кг ТЕП-міксу). Для нього цільова функція за дослідженими критеріями є найменшою і становить 0,039 в порівнянні з ідеалізованим варіантом. Цільова функція контрольного варіанту (без ТЕП-міксу) гірша в 2,67 рази, а для дослідного варіанту № 2 (1,0 кг ТЕП-міксу) цей показник дорівнює 2,12.

Таблиця 3

Нормовані показники з визначення продуктивності дійних корів за різних підходів щодо організації технології їх годівлі

Показники	Позначення	Група		
		Контрольна	I дослідна	II дослідна
Загальна поживність корму	ЗПР	1	1,021	1,015
Сирий протеїн	ПС	1	1,074	1,01
Розщеплюваний протеїн	ЗК	1,095	1	1,027
Захищений протеїн	ЗП	1,414	1	1,119
Кількість молока базисної жирності, на 1 голову за добу	КБМ	1,172	1	1,090
Білок молока	Б	1,051	1	1,024
Викиди парникових газів в еквіваленті CO ₂ , на 1 голову за добу	ВПГ	1,164	1	1,089
Вартість раціону 1 гол./добу	ВР	1	1,094	1,063
Виручка від реалізації молока	СМ	1,37	1	1,062
Прибуток від реалізації молока	ОП	1,192	1	1,104
$\sum U_k$		11,458	10,189	10,603
$N(C_k)$		0,1041	0,039	0,0492

6. Обговорення результатів дослідження різних підходів організації технології годівлі дійних корів

Однією з переваг та новизною проведених досліджень є можливість підвищення продуктивності високопродуктивних корів за рахунок використання енерго-протеїнової добавки з захищеним протеїном ТЕП-мікс. Її використання в раціонах корів у середньому за період дослідження сприяло підвищенню середньодобової молочної продуктивності у дослідній групі I на 2,9 кг (11,2 %), а у II

дослідній – 1,7 кг (6,6 %). Також відбулося збільшення вмісту молочного жиру на 0,13 і 0,03 % та молочного білку 0,17 та 0,10 % відповідно (табл. 1). Це, у свою чергу, сприяло підвищенню прибутку від реалізації одержаного молока.

Як видно з даних табл. 2, використання енерго-протеїнової добавки з захищеним протеїном ТЕП-мікс дозволило збільшити вміст важкорозщеплюваного протеїну в раціонах корів. Це сприяло зменшенню викидів парникових газів у середньому за період дослідження на 14,12 % у I дослідній групі, а у II – на 6,44 % у порівнянні з контролем. У перерахунку на 1 кг молока базисної жирності ці показники становили 26,72 % та 12,98 % відповідно.

Багатокритеріальний аналіз показав, що продуктивність дійних корів за різних підходів до організації технології їх годівлі і зокрема використанні добавки ТЕП-мікс з захищеним протеїном забезпечує суттєву перевагу дослідних варіантів. Так, для першої дослідної групи цільова функція за дослідженими критеріями є меншою і становить 0,039 при тому, що цільова функція другої дослідної групи та базового варіанту були гірші в 1,26 та 2,67 рази відповідно. У той же час і друга дослідна група переважала контрольну в 2,12 рази (табл. 3).

Отримані результати, що свідчать про підвищення продуктивності корів та зменшення викидів парникових газів, можна пояснити особливостями травного апарату жуйних тварин, які мають 4-камерний шлунок. Для забезпечення перетравності кормів у шлунку постійно міститься від 4 до 10 кг бактеріальної біомаси. Умови, що підтримуються мікрофлорою у рубці, сприяють перетравленню не тільки клітковини, але й більшої частини усіх поживних компонентів кормів – жирів, білків, вільних цукрів та крохмалю.

Не дивлячись на великий обсяг шлунково-кишкового тракту, навіть крупні корови не можуть споживати і переробити більше 25 кг сухої речовини раціону. Для підвищення продуктивності тварин потрібно впливати на процеси співвідношення надходження з кормом розщеплюваної і нерозщеплюваної його частини. При цьому нерозщеплювана частина повинна добре перетравлюватися у сичузі і кишківнику та слугувати ефективним матеріалом для синтезу продукції.

Використання захищеного протеїну в годівлі високопродуктивних корів сприяє покращенню перетравності поживних речовин та їх засвоєнню, зниженню утворення аміаку і, відповідно, його викиду в атмосферу.

Можна констатувати наявність наступної закономірності – підвищення продуктивності дійних корів та зниження викидів парникових газів. На думку авторів це пов'язано зі збільшенням вмісту важкорозщеплюваного протеїну в раціонах високопродуктивних корів. Однак є певні обмеження, а саме – встановити критичне значення збільшенням вмісту добавки з захищеним протеїном в раціонах високопродуктивних корів, коли вартість виробленого молока буде зростати.

Подальші дослідження можуть бути спрямовані на визначення ефективності збільшенням вмісту важкорозщеплюваного протеїну в раціонах високопродуктивних корів з урахуванням регіональних умов.

7. Висновки

1. Використання білкової добавки ТЕП-мікс в годівлі корів при прив'язному утриманні забезпечило підвищення молочної продуктивності натурального молока і молока базисної жирності (на 117,2 та 7,5 % відповідно), вмісту білку в молоці (на 5,2 та 3,5 абс. %) і, як наслідок, прибутковості виробництва молока.

2. Дослідження показали, що викиди парникових газів у розрахунку на 1 голову за добу знизились на 14,12 % в еквіваленті CO₂ при використанні 1,5 кг ТЕП-міксу в раціоні годівлі корів. При застосуванні 1,0 кг ТЕП-міксу викиди парникових газів у розрахунку на 1 голову за добу знизились на 6,44 %. У перерахунку на 1 кг молока базисної жирності ці показники становлять 26,72 % та 12,98 % відповідно.

3. Багатокритеріальний аналіз виробництва молока за різних підходів щодо організації технології годівлі дійних корів і, зокрема, при використанні добавки ТЕП-мікс з захищеним протеїном показав суттєву перевагу дослідного варіанту № 1 (1,5 кг ТЕП-міксу). Для нього цільова функція за розглянутими критеріями є найменшою і становить 0,039, в порівнянні з ідеалізованим варіантом. Одночасно цільова функція контрольного варіанту (без ТЕП-міксу) гірша в 2,67 рази, а для дослідного варіанту № 2 (1,0 кг ТЕП-міксу) цей показник дорівнює 2,12.

Література

1. Піскун, В. І. Осипенко, Т. Л. Сікун, М. В. (2020). Викиди парникових газів із побічної продукції при розведенні м'ясної породи шароле. Науково-технічний бюлетень Інституту тваринництва НААН, 124, 134–146. doi: <https://doi.org/10.32900/2312-8402-2020-124-134-146>

2. Malaga-Tobola, U., Kocira, S. (2013). Intensity of the Production Organisation in Organic and Conventional Dairy Farms. *Journal of Agribusiness and Rural Development*, 27 (1), 153–165. URL: <http://www1.up.poznan.pl/jard/index.php/jard/article/view/601>

3. Walczak, J., Szewczyk, A. (2013). Środowiskowe uwarunkowania ekologicznego chowu bydła mlecznego. *Wiadomości Zootechniczne*, LI (3), 81–92. URL: https://wz.izoo.krakow.pl/files/WZ_2013_3_art09.pdf

4. The Humane Society of the United States, "An HSUS Report: The Impact of Animal Agriculture on Global Warming and Climate Change" (2008). *Impact of Animal Agriculture*. URL: https://www.wellbeingintlstudiesrepository.org/cgi/viewcontent.cgi?article=1010&context=hsus_reps_environment_and_human_health

5. Моклячук, Л. І., Жукорський, О. М. Пінчук, В. О., Мінералов О. І., Кейван, О. П. (2012). Агроекологічна оцінка викидів сполук активного азоту у секторі сільського господарства України. *Агроекологічний журнал*, 2, 36–42.

6. Янишин, Я. С., Кашуба, Ю. П. (2013). Розвиток вітчизняного молочного скотарства в контексті світових тенденцій ринку молока. *Економіка АПК*, 4, 82–85.

7. Bionaz, M., Hurley, W., Loores, J. (2012). Milk Protein Synthesis in the Lactating Mammary Gland: Insights from Transcriptomics Analyses. *Milk Protein*. doi: <https://doi.org/10.5772/46054>
8. Bach, A., Calsamiglia, S., Stern, M. D. (2005). Nitrogen Metabolism in the Rumen. *Journal of Dairy Science*, 88, E9–E21. doi: [https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302\(05\)73133-7](https://doi.org/10.3168/jds.s0022-0302(05)73133-7)
9. Lee, C., Hristov, A. N., Heyler, K. S., Cassidy, T. W., Lapierre, H., Varga, G. A., Parys, C. (2012). Effects of metabolizable protein supply and amino acid supplementation on nitrogen utilization, milk production, and ammonia emissions from manure in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 95 (9), 5253–5268. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2012-5366>
10. Broderick, G. A., Stevenson, M. J., Patton, R. A. (2009). Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92 (6), 2719–2728. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1277>
11. Mane, S. H., Mandakmale, S. D., Nimbalkar, C. A., Kankhare, D. H., Lokhande, A. T. (2017). Economics of feeding protected protein and protected fat on crossbred cattle. *Indian Journal Of Animal Research*, 51 (6), 1080–1085. doi: <https://doi.org/10.18805/ijar.v0i0f.9154>
12. Rotz, C. A. (2018). Modeling greenhouse gas emissions from dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 101 (7), 6675–6690. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13272>
13. Пінчук, В. О. (2015). Емісія парникових газів у галузі тваринництва України. *Біоресурси і природокористування*, 7 (1-2), 115–118.
14. Rotz, C. A., Holly, M., de Long, A., Egan, F., Kleinman, P. J. A. (2020). An environmental assessment of grass-based dairy production in the northeastern United States. *Agricultural Systems*, 184, 102887. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2020.102887>
15. Ramin, M., Fant, P., Huhtanen, P. (2021). The effects of gradual replacement of barley with oats on enteric methane emissions, rumen fermentation, milk production, and energy utilization in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 104 (5), 5617–5630. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2020-19644>
16. Bittante, G., Cecchinato, A. (2019). Heritability estimates of enteric methane emissions predicted from fatty acid profiles, and their relationships with milk composition, cheese-yield and body size and condition. *Italian Journal of Animal Science*, 19 (1), 114–126. doi: <https://doi.org/10.1080/1828051x.2019.1698979>
17. O'Brien, D., Shalloo, L., Grainger, C., Buckley, F., Horan, B., Wallace, M. (2010). The influence of strain of Holstein-Friesian cow and feeding system on greenhouse gas emissions from pastoral dairy farms. *Journal of Dairy Science*, 93 (7), 3390–3402. doi: <https://doi.org/10.3168/jds.2009-2790>
18. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. URL: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/WG1AR5_SummaryVolume_FINAL.pdf
19. Викторов, П. И., Менькин, В. К. (1991). *Методика и организация зоотехнических опытов*. Москва: Агропромиздат, 112.

20. Влізло, В. В., Федорук, Р. С., Макар, І. А. (2004). Довідник: Фізіолого-біохімічні методи досліджень у біології, тваринництві та ветеринарній медицині. Львів, 399.

21. Богданов, Г. О., Кандиба, В. М. (Ред.) (2012). Норми і раціони повноцінної годівлі високопродуктивної великої рогатої худоби. К.: Аграрна наука, 296.

22. Игглестов, Х. С., Буэндиа, Л., Мива, К. и др. (2006). Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Подготовлено Программой МГЭИК по национальным кадастрам парниковых газов.

23. Piskun, V. I., Yatsenko, Yu. V., Yatsenko, Yu. Yu. (2020). The concept of optimization of technological solutions of agricultural production. Modern engineering and innovative technologies, 12 (1), 5–11.

For reading only