

DOI 10.32782/city-development.2024.3-6

УДК 351:631.1

УПРАВЛІННЯ ЕКОНОМІЧНОЮ ЕФЕКТИВНІСТЮ ОПТИМІЗАЦІЇ РАЦІОНІВ ГОДІВЛІ КОРІВ НА СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ ПІДПРИЄМСТВАХ: МОДЕЛЮВАННЯ РАЦІОНІВ ХАРЧУВАННЯ ТА ЇХ ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ

Калінчик Микола Володимирович

доктор економічних наук, професор,
голова департаменту розробок і дослідження
ТОВ «Науково-виробниче підприємство «ВінМікс-Софт»
ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6240-4479>

Слободяник Анна Миколаївна

кандидат економічних наук, доцент,
доцент кафедри маркетингу
Національний авіаційний університет
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6437-0033>

Тарасевич Михайло Анатолійович

здобувач третього рівня вищої освіти
Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1762-8615>

Тарасевич Олександр Анатолійович

здобувач третього рівня вищої освіти
Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія
ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5595-9239>

Дишлюк Сергій Миколайович

здобувач третього рівня вищої освіти
Університет харчових технологій, Пловдив, Болгарія
ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-4507-2926>

Анотація. У статті авторами висвітлено особливості управління економічною ефективністю оптимізації раціонів годівлі корів на сільськогосподарських підприємствах, зокрема увагу заакцентовано на моделюванні раціонів харчування та їх порівняльний аналіз. Авторами представлено результати оптимізації раціонів годівлі корів, проведені за трьома моделями, що базуються на методологічних підходах з США, Німеччини та Голландії. Авторським колективом доведено, що основною метою дослідження було визначення ефективності використання цих моделей для розрахунку потреби тварин у поживних речовинах та удосконалення раціонів годівлі. Адже, досягнення конкурентоспроможності в виробництві продукції тваринництва в умовах глобалізації пов'язане з розвитком інформаційних технологій, зокрема, з розробкою та впровадженням оптимізаційних моделей для ефективного розподілу кормових ресурсів (раціонів годівлі тварин). Розрахунки показали, що не спостерігається жодних суттєвих ознак переваг у результатах оптимізації, отриманих за допомогою розроблених нами моделей, порівняно з традиційними методами. Це свідчить про необхідність подальшого вдосконалення методологічних підходів до розрахунку раціонів годівлі корів. Окрему увагу у дослідженні авторами приділено питанню важливості достовірного постійного хімічного аналізу кормів, який є критично важливим для досягнення оптимальних результатів у годівлі. Дослідження показує, що якість кормів і їх складові елементи безпосередньо впливають на продуктивність молочного скотарства, а також на загальний економічний ефект від виробництва молока. Постійний контроль за хімічним складом кормів забезпечує можливість вчасно коригувати раціони, що, в свою чергу, може позитивно вплинути на здоров'я тварин і їх продуктивність.



Отже, результати роботи свідчать про те, що ефективність оптимізації раціонів годівлі корів тісно пов'язана із систематичним і детальним аналізом кормів. Доведено, що використання моделей оптимізації раціонів годівлі корів, розроблених у країнах з високими показниками розвитку молочного скотарства, для різних стадій лактації та рівнів продуктивності виявило відсутність значних переваг одних моделей над іншими. Усі ці моделі ефективно розподіляють кормові ресурси між групами корів залежно від стадії лактації та продуктивності, забезпечуючи при цьому підтримку планового рівня продуктивності та гарантії здоров'я тварин. Для досягнення успішного функціонування молочного скотарства необхідно продовжувати дослідження в цій галузі та впроваджувати нові підходи до оптимізації, враховуючи специфіку кожного сільськогосподарського підприємства.

Ключові слова: оптимізація раціонів, аналіз кормів, ринкова оцінка кормів, активні і пасивні показники оптимізації.

Актуальність проблеми. Досягнення конкурентоспроможності в виробництві продукції тваринництва в умовах глобалізації пов'язане з розвитком інформаційних технологій, зокрема, з розробкою та впровадженням оптимізаційних моделей для ефективного розподілу кормових ресурсів (раціонів годівлі тварин). Це є ключовим чинником для досягнення високої продуктивності тварин та зниження собівартості якісної продукції. Адаптація корму до структури собівартості виробництва припадає 50-60% технологічних витрат. Якість управління кормовими ресурсами безпосередньо впливає на рівень продуктивності тварин і загальну ефективність господарювання.

В Україні сільськогосподарські підприємства, які демонструють високу продуктивність корів, використовують зарубіжні моделі оптимізації раціонів годівлі та лабораторії для аналізу кормів. Висока ефективність цих моделей ґрунтується на наукових досягненнях у сфері годівлі тварин, а також на базах даних про хімічний склад поживних речовин кормів і розвиненій системі їх експрес-аналізу. Тому, важливо, щоб корми були високоякісними і мали добрі смакові властивості. Як зазначає В. Ситник, в частині забезпечення програмними засобами для оптимізації раціонів годівлі сільськогосподарські підприємства почали активно працювати з іноземними консультантами [1].

Отже, в господарській практиці наразі використовуються згенеровані дані іноземних підприємств щодо якості кормових ресурсів, які слугують основою для балансування раціонів годівлі, особливо для високопродуктивних корів. Відтак, важливим вбачається здійснити порівняльний аналіз наявних підходів до оптимізації раціонів годівлі корів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В Україні дослідження нормованої годівлі корів ведуть колективи різних наукових інститутів і кафедр університетів, а також численні вчені-зоотехніки. У колективній праці [2] вітчизняні науковці аналізують досвід нормованої годівлі

корів як за кордоном, так і в Україні, наводячи безліч формул для розрахунку потреб тварин у поживних речовинах та різні варіанти раціонів. Водночас, бракує порівняльної оцінки різних вітчизняних і закордонних шкіл щодо найбільш ефективних методів розподілу раціонів кормів, враховуючи чинники, що визначають потреби в поживних речовинах.

Мета статті полягає у виявленні можливих відмінностей у раціонах годівлі корів, які залежать від розробленої та впровадженої методології їх оптимізації.

Результати дослідження. У передовій вітчизняній практиці кормові параметри складових раціонів годівлі корів отримують шляхом:

- 1) відправлення кормів до лабораторій Європи для отримання відповідного сертифікату;
- 2) використання табличних даних із закордонних збірників з годівлі корів;
- 3) розрахунку основних показників на основі базових даних про поживність кормів, отриманих у вітчизняних лабораторіях або конкретних підприємствах.

Для третього способу наведені рівняння для розрахунку таких параметрів корму, як обмінна енергія, чиста енергія лактації, засвоюваний протеїн у тонкому кишечнику, а також баланс азоту в рубці для корму тощо.

На українському ринку послуг оптимізації раціонів годівлі корів використовується багато комп'ютерних програм, проте більшість із них базуються на досягненнях зоотехнічної науки зарубіжних країн. Вітчизняні методи оптимізації годівлі великої рогатої худоби найбільше орієнтовані на американські та англійські норми (NRC, ARC), а також німецькі, голландські (CVB) та українсько-бельгійські (WinMix). Ми сфокусувалися на аналізі найбільш поширених підходів до оптимізації раціонів годівлі корів в Україні: американських, адаптованих вітчизняними та російськими вченими, німецьких, а також голландсько-бельгійських (CVB). Остання модель, розроблена командою WinMix-Soft, використовується в країнах ЄС, тоді як перші дві

також створені цією ж командою і наразі не є комерційними.

Критерієм точності існуючих підходів до оптимізації раціонів годівлі корів можуть бути результати розрахунків, отримані за допомогою різних моделей або методологій оцінки кормів і визначення потреб тварин у поживних речовинах для різних фізіологічних функцій. Для виявлення впливу різних методів оптимізації ми використовували базу даних хімічного складу та поживності кормів, розроблену в Голландії (CVB). Таким чином, раціони годівлі можуть відрізнятися лише в залежності від того, наскільки науково обґрунтованим і практично прийнятним є той чи інший підхід до їх оптимізації.

Критерієм оптимізації є мінімізація вартості раціону годівлі корів або вартість одиниці сухої речовини корму. Загальні показники для цих трьох підходів включають середню живу масу корів, добову молочну продуктивність, вміст жиру і білка в молоці, стадію лактації, термін вагітності та мінімальний рівень мінеральних речовин (Ca, P, Na, Mg, K, S, Cl). Для кожного методу оптимізації раціонів годівлі корів існує своя додаткова система показників, що є обмеженою.

Українсько-бельгійські моделі НВП ТОВ «ВінМікс-софт» щодо оптимізації раціонів годівлі свиней, птиці, рецептів комбікормів, преміксів та інших використовуються у багатьох країнах. На вітчизняному ринку ці моделі застосовують не тільки сільськогосподарські товаровиробники, а й організації, що займаються виробництвом комбікормів, преміксів або наданням консультаційних послуг.

Протягом останніх двох років НВП ТОВ «ВінМікс-Софт» у співпраці з голландською CVB розробили комп'ютерну програму, яка дозволяє розраховувати раціони годівлі корів, враховуючи такі додаткові показники, як VW (нормативна насиченість раціону, що відображає очікуваний рівень споживання сухої речовини корму; якщо фактичний показник перевищує норму, тварина споживатиме менше від норми, і навпаки), потреба в кормових одиницях для виробництва молока (VEM), потреба в протеїні, що всмоктується з тонкого кишечника (DVE – сума нерозщепленого протеїну корму та засвоюваного протеїну бактеріями рубця), баланс розщепленого в рубці протеїну (OEB – показник, що характеризує достатній рівень протеїну для бактерій рубця), кількість перетравної органічної речовини в раціоні (VOS), кількість органічної речовини, що ферментуються в рубці (FOS), а також соковитість і структурну цінність раціону.

В оптимізаційній моделі, розробленій на основі досягнень німецьких вчених, додатково

використовуються показники, такі як чиста енергія лактації (ЧЕЛ), засвоюваний сирий протеїн (зСП), структура корму раціону та рубцевий баланс азоту (РБА). У деяких випадках, наприклад, для групи корів за 20 днів до отелення, у перших двох моделях застосовується додаткове обмеження: раціон має забезпечувати від'ємний аніонно-катионний баланс для запобігання родильному парезу. За необхідності також можна враховувати показник нерозщепленого в рубці крохмалю (так званий «байпас-крохмаль»).

У третій моделі оптимізації раціонів годівлі корів, розробленій на основі наукових досягнень американських вчених (з певною інтерпретацією від науковців країн СНД), для розрахунку нормативної потреби в поживних речовинах використовуються такі додаткові показники: обмінна енергія (ОЕ) та її концентрація в 1 кг сухої речовини корму (КОЕ), сирий протеїн (СП), нерозщеплений (НСП) та розщеплений (РСП) у рубці протеїн, нейтрально-детергентна (НДК) і кислотно-детергентна (КДК) клітковина, а також неволоконні вуглеводи (НВВ).

Хоча в оптимізації раціонів годівлі використовуються багато показників поживності кормів, з практичної та економічної точки зору доцільніше проводити аналіз лише за деякими з них. Наприклад, фермери в США регулярно перевіряють корми на вміст таких показників, як суха речовина (СР), сума перетравних поживних речовин (СППР), сирий протеїн (СП), кальцій (Ca), фосфор (P), магній (Mg) і калій (K). Переважно проводять хімічний аналіз критичних показників поживності кормів. У білкових кормах тваринного походження перевіряють вміст протеїну, жиру та натрію; у зернових – протеїну, клітковини та вологи; в макусі та шроті – протеїну, жиру та клітковини; у мінеральній сировині – кальцію та фосфору. Інші дані поживності кормів розраховуються або перераховуються на основі табличних значень із врахуванням вмісту сухої речовини корму за встановленими формулами [3].

Зазначимо, що без ринкового підходу до оцінки кормів (коли всі виробничі ресурси мають забезпечувати рентабельність) собівартість виробництва молока, за словами німецьких експертів, може бути занижена до 30 %. Це вигідно переробникам, навіть коли ціни встановлюються професійними або узгоджувальними комісіями, що призводить до досягнення рівноважних цін для виробників молока-сировини та переробників, враховуючи різні методології оцінки ресурсів (переробники орієнтуються на ринкові ціни, а виробники – на собівартість) [4, с. 94-96]. Як наслідок, корми, які є основним ресурсом, не забезпечують прибутковості для

первинних виробників, що є додатковою причиною збитковості або низької рентабельності молочного скотарства.

Тому у світі вартість кормів перераховують за ринковими цінами. При оптимізації раціонів годівлі корів з метою мінімізації витрат на корми важливо точно оцінити кожен вид корму залежно від їх хімічного складу. Наприклад, у США корми оцінюють за кількома методиками. Найпростіший підхід полягає в тому, що за відсутності ринкових цін на силос і сінаж у розрахунках використовують альтернативну вартість культур, які можна виростити на одиниці земельної площі.

Обмеженість земельних ресурсів вимагає знаходження оптимальних способів їх використання, що може включати жертву частиною продукції (наприклад, виробництвом ячменю) для отримання більшого обсягу (за споживчою вартістю) іншого продукту, як-от молоко, з розрахунку на одиницю ресурсу. Ця обставина змусила зарубіжні країни оцінювати корми за ринковою вартістю, що допомагає зрівноважити доходи від різних культур шляхом адаптації підприємств до ринкових умов, зміни структури виробництва або навіть спеціалізації.

За відсутності ринкових цін, наприклад, на силос і сінаж, використовують альтернативну вартість культур, які можна виростити на одиниці площі [5, с. 102]. У США, згідно з цим підходом, ціну кукурудзяного силосу встановлюють на основі його вмісту крохмалю, оцінюючи за ринковою вартістю кукурудзи фуражної. Аналогічно, ринкову ціну сінажу люцерни визначають за вартістю одиниці протеїну у високоякісному сіні, яке США експортують у обсязі 3 млн тонн на рік. Як зазначає Г. Більченко, ринкова вартість 1 тонни протеїну, що міститься у високоякісному люцерновому сіні, може бути до 5 разів вищою, ніж у соєвому шроті. Вона також описує більш складну методику оцінки вартості кожного виду кормів у США, базуючи її на показниках вмісту сухої речовини, сирого протеїну, калорійності та перетравної клітковини в кормах, які мають біржову вартість (як-от зерно кукурудзи, соєва макуха, сіно люцерни).

В останні роки активно застосовується ринкова оцінка кормів за методом Люра (Löh-Methode), яка ґрунтується на порівнянні вмісту чистої енергії лактації та сирого протеїну в конкретному кормі зі стандартними кормами, такими як пшениця та соевий шрот, з урахуванням їх ринкової вартості. Зі збільшенням кількості показників поживності корму, що можуть бути враховані при його оцінці, точність розрахунків зростає, проте метод стає більш складним [6].

У нашому випадку ми пропонуємо методику розрахунку вартості певного виду корму на

основі таких його параметрів, як вміст обмінної енергії (ОЕ), чистої енергії лактації (ЧЕЛ), сирого протеїну (СП), безазотистих екстрактивних речовин (БЕР), сирого жиру (СЖ) і цукру (Ц). Ці показники порівнюються з найвищими значеннями поживних речовин (позначеними як ST) в групі кормів конкретного підприємства. Завдяки цьому можна розрахувати відносну цінність i -го виду корму, враховуючи ринкові ціни окремих видів сільськогосподарської продукції, які використовуються в розрахунках.

В нашому випадку – це фуражних ячменю і пшениці та насіння сої. Тоді вартість (V_i) кожного i -го виду корму (відносно ринкової вартості пшениці фуражної) буде розраховується в оптимізаційній задачі наступним чином:

$$\text{Критерій} - \sum_{i=1}^n V_i \rightarrow \min$$

За умов:

$$V_i = V_{PSH} * [K_1 * \frac{OE_i}{OE_{ST}} + K_2 * \frac{ЧЕЛ_i}{ЧЕЛ_{ST}} + K_3 * \frac{СП_i}{СП_{ST}} + K_4 * \frac{БЕР_i}{БЕР_{ST}} + K_5 * \frac{СЖ_i}{СЖ_{ST}} + K_6 * \frac{Ц_i}{Ц_{ST}}];$$

$$[K_1 * \frac{OE_{пшеш}}{OE_{ST}} + K_2 * \frac{ЧЕЛ_{пшеш}}{ЧЕЛ_{ST}} + K_3 * \frac{СП_{пшеш}}{СП_{ST}} + K_4 * \frac{БЕР_{пшеш}}{БЕР_{ST}} + K_5 * \frac{СЖ_{пшеш}}{СЖ_{ST}} + K_6 * \frac{Ц_{пшеш}}{Ц_{ST}}] = 1$$

– коефіцієнт відносної вартості за фуражною пшеницею дорівнює одиниці;

$$V_y = V_{PSH} * [K_1 * \frac{OE_y}{OE_{ST}} + K_2 * \frac{ЧЕЛ_y}{ЧЕЛ_{ST}} + K_3 * \frac{СП_y}{СП_{ST}} + K_4 * \frac{БЕР_y}{БЕР_{ST}} + K_5 * \frac{СЖ_y}{СЖ_{ST}} + K_6 * \frac{Ц_y}{Ц_{ST}}] = VR_y$$

– ціна ячменю дорівнює ринковій його ціні ($V_y = VR_y$);

$$V_c = V_{PSH} * [K_1 * \frac{OE_c}{OE_{ST}} + K_2 * \frac{ЧЕЛ_c}{ЧЕЛ_{ST}} + K_3 * \frac{СП_c}{СП_{ST}} + K_4 * \frac{БЕР_c}{БЕР_{ST}} + K_5 * \frac{СЖ_c}{СЖ_{ST}} + K_6 * \frac{Ц_c}{Ц_{ST}}] = VR_c$$

– ціна насіння сої дорівнює ринковій її ціні ($V_{ячм} = VR_{ячм}$),

де V_{PSH} – ринкова ціна 1 т пшениці фуражної, грн.; $K_{1,2,...,6}$ – вагові коефіцієнти для кожного i -го виду корму; позначення в чисельнику – показники поживності i -го виду корму; позначення в знаменнику – стандартні (найвищі в групі кормів показники поживності i -го їх виду, які застосовуються в конкретному підприємству).

За тотожності ринкових цін з розрахунковими за цими формулами визначаються коефіцієнти впливу кожного елементу поживних речовин (K_{1-6}) на співставну вартість кожного

i-го виду корму. В нашому випадку за ринкової ціни 1 т фуражної пшениці 4410 грн, ячменю – 4368 і насіння сої – 8400 грн коефіцієнти впливу кожного елементу поживних речовин на ринкову ціну *i*-го виду корму в оптимізаційній моделі будуть наступними: $K_1=0$; $K_2=0,763$; $K_3=0$; $K_4=0,29$; $K_5=1,047$; $K_6=0$. Тобто, найбільший вплив на відносну вартість кожного *i*-го виду корму за існуючого співвідношення в цінах на ячмінь, пшеницю і насіння сої з їх структурою та кількістю поживних речовин (майже у 2 рази вища ціна насіння сої порівняно з ринковою ціною пшениці і ячменю) виявили вміст жиру ($K_5=1,047$) в цих кормах (пшениця, ячмінь і насіння сої), ЧЕЛ ($K_2=0,763$) і БЕР ($K_4=0,29$). Таке співвідношення в цінах фуражних пшениці, ячменю та насіння сої виявило, що за цими продуктами різниця в цінах є результатом варіації вмісту жиру, чистої енергії лактації та безазотистих екстрактивних речовин. Якщо ж ринкова ціна білкових кормів буде

вищою (або із іншим співвідношенням), ніж із високим вмістом жиру та БЕР, то на ціну буде чинити більший вплив вміст білка у кормах, що взяті за основу розрахунку цін. З допомогою цих коефіцієнтів (K_{1-6}) та ціни фуражної пшениці розраховуються альтернативні ринкові ціни інших видів кормів, які і взяті в подальшому при оптимізації раціонів годівлі корів. Тоді в розрахунках раціонів за критерію – мінімум його вартості більш об'єктивно можна сформулювати такі раціони годівлі корів, за яких досягатиметься найвища ефективність використання кормових ресурсів.

За допомогою розроблених нами моделей, використовуючи різні методологічні підходи, були розраховані необхідні показники потреби корів у поживних речовинах та проведені оптимізаційні розрахунки раціонів їх годівлі для різних фізіологічних груп тварин. Спостерігалися деякі розбіжності в показнику споживання сухої речовини коровами на різних стадіях лактації (табл. 1).

Таблиця 1 – Розрахункові норми споживання коровами сухої речовини за добу, кг

Річна продуктивність, кг	Модель	Фізіологічні групи тварин, днів						
		після отелення					до отелення	
		0-20	21-70	71-140	141-210	211-305	60-20	20-0
Дні лактації		10	45	105	175	257,5	325	355
Жива маса – 600 кг		624	594	584	589	618	661	689
Розрахункова норма споживання сухої речовини за добу, кг								
9000	Nimech	20,4	23,2	21,1	18,6	16,7	11,4	11,7
	USA	15,2	22,7	23,3	20,9	18,9	12,1	11,6
	CVB	20,9	24,0	21,9	19,2	17,3	11,5	11,9
Молока за добу, кг		31,3	42,2	35,9	27,1	19,5		
7000	Nimech	18,3	20,4	18,8	16,8	15,4	11,4	11,7
	USA	13,5	19,9	20,6	18,8	17,3	12,0	11,5
	CVB	18,6	21,1	19,5	17,3	15,7	11,5	11,8
Молока за добу, кг		24,3	32,9	27,9	21,1	15,2		
5000	Nimech	16,2	17,6	16,4	15,0	14,1	11,4	11,7
	USA	11,8	17,0	18,0	16,8	15,8	11,9	11,3
	CVB	16,6	18,3	17,0	15,4	14,4	11,4	11,6
Молока за добу, кг		17,4	23,5	19,9	15,1	10,8		
Рівень споживання сухої речовини згідно оптимізації, кг								
9000	Nimech	20,4	23,2	21,1	18,6	16,7	11,4	9,4
	USA	15,2	22,7	23,3	20,9	18,9	12,1	11,2
	CVB	20,9	24,0	21,9	19,2	17,3	11,5	11,9
7000	Nimech	18,3	20,4	18,8	16,8	15,1	8,8	11,7
	USA	12,4	19,9	20,6	18,8	17,3	11,9	11,2
	CVB	18,6	21,1	19,5	17,3	15,7	11,2	11,8
5000	Nimech	16,2	17,6	16,4	15,0	12,6	8,8	9,8
	USA	11,8	17,0	17,6	16,8	15,4	11,0	10,8
	CVB	16,6	18,3	17,0	15,4	14,4	11,4	11,0

Джерело: складено авторами на основі проведених досліджень

Як бачимо з табл. 1, за стадіями лактації розрахункові та одержані після оптимізації норми споживання корова сухої речовини за добу за німецькими і голландськими підходами розрізняються лише на 0,3-0,8 кг. Порівняння їх з нормами споживання, які розраховані за американськими (найбільш адаптованими вченими до вітчизняних умов) підходами, показують на значно вищі відхилення, особливо на початку лактації. Проте практично спостерігаємо аналогічну загальну динаміку зміни споживання коровами сухої речовини раціону залежно від стадії лактації (рис. 1).

З огляду на проведені дослідження, вбачаємо за доцільне зазначити, що в оптимізації раціонів годівлі корів показник розрахункового (нормативного) рівня споживання сухої речовини кормів не є ключовим. Основними є показники концентрації окремих видів поживних речовин у сухій речовині раціону годівлі корів, які беруть активну участь в оптимізації в заданому нормативному діапазоні, а також ті, що пасивно розраховуються в моделі оптимізації відповідно до прийнятої методології (табл. 2).

Також, вважаємо за доцільне зацентрувати увагу на тому, що активними показниками (які приймають участь в оптимізації) для американського методологічного підходу оптимізації є КОЕ, є концентрація протеїну в 1 кг сухої речовини кормів раціону, частка розщепленого в рубці протеїну в загальній його потребі, НДК і КДК. Тобто, наприклад, КОЕ в 1 кг сухої речовини виступає як мінімальний розрахунковий показник за американською методологією оптимізації, то для німецької і голландської – розраховується автономно. І навпаки, в розрахунках, де активно приймають участь показники німецької і голландської моделей, вони стають автономними для американської моделі. Наприклад, такий показник як КОЕ в 1 кг сухої речовини,

який розрахований в моделі за американською методологією, практично збігається з цими показниками за німецькими і голландськими моделями, хоча в них відповідно активним є аналогічні показники – відповідно концентрація чистої енергії лактації (ЧЕЛ) в 1 кг сухої речовини і концентрація кормових одиниць (VEM) для виробництва молока (г/кг СР). Так само такий показники як частка нерозщеплений протеїн (НП) в сирому протеїні та частка НДК в сухій речовині є активними в американській моделі, але аналогічні одержані показники в розрахунках раціонів, які проведені за іншими моделями. Такий самий результат одержано, наприклад, за таким показником як концентрація кормових одиниць (VEM) для виробництва молока (активний показник в голландській моделі) – в інших моделях він аналогічний або навіть вищий (що добре).

Також авторами статті виявлено одночасно і відмінності, наприклад, оптимізація раціонів годівлі за німецькими і голландськими моделями показала, що такі розрахункові показники як коефіцієнти структури корму (активний параметр) практично однакові, то в моделі США вони (пасивний параметр) значно нижчі, ніж одержаний в інших моделях. Аналогічно показник РБА (румінального балансу азоту) в американській і голландській моделі (пасивний параметр) значно відрізняється від показника, що розрахований в німецькій моделі (активний параметр), і нерідко перевищує допустиму межу (більше 100 або ж менше нуля). Практично відсутні відмінності за таким показником (в таблиці не приведений), як структурна клітковина на 100 кг живої маси корови (старий показник Голландії, Бельгії тощо, який до цього часу ще нерідко використовується в Європі і країнах СНД). Він, за рідким виключенням, знаходиться в межах 300-500 г/100 кг живої маси корів.

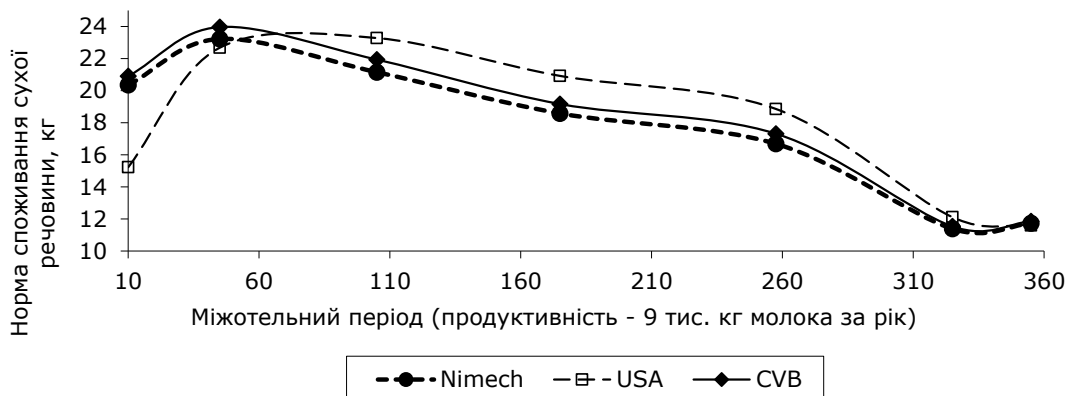


Рисунок 1 – Динаміка норм споживання сухої речовини коровами залежно від стадії лактації та методологічних підходів до їх розрахунку

Джерело: складено авторами на основі даних Державної казначейської служби України

Таблиця 2 – Основні показники раціонів годівлі корів, які одержані згідно оптимізаційних розрахунків за різними методологічними підходами

Річна продуктивність, кг	Модель	Фізіологічні групи тварин, днів						
		після отелення					до отелення	
		0-20	21-70	71-140	141-210	211-305	60-20	20-0
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Дні лактації		10	45	105	175	257,5	325	355
Жива маса – 600 кг		624	594	584	589	618	661	689
Концентрація обмінної енергії (КОЕ) в 1 кг СР, МДж								
9000	Nimech	11,2	12,2	11,8	11,1	10,5	10,0	11,1
	USA	11,7	11,8	11,2	10,9	11,0	10,3	11,6
	CVB	11,6	11,5	11,3	10,9	10,1	10,8	10,9
7000	Nimech	10,4	11,5	11,1	10,4	10,1	10,0	11,2
	USA	12,0	11,4	10,8	10,5	10,6	10,2	11,2
	CVB	10,5	11,0	10,7	10,2	9,9	10,3	10,0
5000	Nimech	10,5	10,5	10,2	10,0	10,2	10,0	10,7
	USA	11,4	11,0	10,5	10,0	10,4	10,6	11,1
	CVB	10,1	10,5	10,1	10,0	9,9	10,8	10,9
Концентрація кормових одиниць (VEM) для молока, г/кг СР								
9000	Nimech	924	1000	987	913	835	784	869
	USA	899	955	915	882	909	818	847
	CVB	901	990	949	872	797	755	704
7000	Nimech	841	979	890	823	777	782	869
	USA	926	931	867	842	860	810	787
	CVB	838	923	881	810	769	817	800
5000	Nimech	791	850	800	779	791	783	814
	USA	802	873	828	784	832	862	744
	CVB	780	841	799	769	771	755	749
Концентрація засвоюваного протеїну (зСП) в 1 кг СР, г								
9000	Nimech	154	184	178	172	148	136	144
	USA	165	178	168	158	152	134	135
	CVB	138	177	175	178	144	99	94
7000	Nimech	146	173	166	144	137	136	136
	USA	164	171	157	147	141	135	120
	CVB	158	176	169	147	141	133	135
5000	Nimech	120	158	143	135	137	136	127
	USA	130	158	158	138	134	133	108
	CVB	143	157	152	142	133	99	97
Концентрація засвоюваного протеїну жуйних (DVE), г/ 1 кг СР								
9000	Nimech	98	105	99	99	69	43	94
	USA	118	103	92	79	69	48	97
	CVB	94	101	108	105	65	60	71
7000	Nimech	71	92	95	63	48	43	96
	USA	119	97	76	65	58	45	85
	CVB	85	108	100	68	54	49	51
5000	Nimech	81	84	61	53	48	44	88
	USA	96	79	76	53	49	47	83
	CVB	61	84	69	55	47	60	63
Концентрація сирого протеїну в 1 кг СР, г								
9000	Nimech	169	215	201	201	152	141	172
	USA	218	206	190	174	139	123	164
	CVB	166	208	215	222	161	103	128
7000	Nimech	150	188	191	148	149	143	169
	USA	203	196	172	158	127	129	153
	CVB	194	214	210	163	174	128	143
5000	Nimech	155	189	158	139	142	143	164
	USA	173	181	194	156	117	104	148
	CVB	181	193	201	177	151	103	106
Нерозщеплений протеїн (НП), % у СР								
9000	Nimech	27	31	30	30	27	22	28
	USA	29	30	28	26	30	24	25
	CVB	26	31	30	30	24	17	16

Продовження Таблиці 2

1	2	3	4	5	6	7	8	9
7000	Nimech	25	30	29	26	22	22	25
	USA	29	27	26	24	26	23	23
	CVB	25	30	28	25	20	20	23
5000	Nimech	23	26	24	23	22	22	24
	USA	24	25	25	21	24	26	20
	CVB	20	25	22	21	19	17	16
Нейтрально-детергентна клітковина (НДК), % у СР								
9000	Nimech	44	32	33	34	39	41	40
	USA	39	30	32	33	38	39	41
	CVB	48	34	35	34	38	49	52
7000	Nimech	47	34	36	38	39	41	39
	USA	36	29	34	36	38	40	46
	CVB	36	34	35	39	38	39	42
5000	Nimech	48	35	38	41	39	41	45
	USA	45	32	35	38	39	40	49
	CVB	37	36	36	38	39	49	50
Кислотно-детергентна клітковина (КДК), % у СР								
9000	Nimech	20	20	21	22	25	30	25
	USA	20	17	19	21	22	27	25
	CVB	13	22	23	22	27	12	7
7000	Nimech	24	22	23	26	28	30	24
	USA	20	17	22	24	24	28	30
	CVB	25	22	23	26	28	26	24
5000	Nimech	28	24	27	27	27	30	27
	USA	29	21	24	27	26	26	33
	CVB	27	25	26	28	28	12	11
Структура корму раціону, коефіцієнт								
9000	Nimech	1,050	1,138	1,087	1,017	0,956	0,830	0,800
	USA	0,703	0,569	0,653	0,563	0,666	0,855	0,941
	CVB	1,090	1,180	1,130	1,060	1,000	1,007	1,202
7000	Nimech	0,995	1,063	1,023	0,969	0,921	0,823	0,922
	USA	0,696	0,637	0,737	0,769	0,744	0,781	0,967
	CVB	1,030	1,100	1,060	1,010	0,960	0,840	0,840
5000	Nimech	0,939	0,988	0,959	0,920	0,891	0,813	0,872
	USA	0,945	0,738	0,818	0,682	0,795	0,704	1,051
	CVB	0,980	1,030	1,000	0,960	0,930	0,943	0,956
РБА (румiнальний баланс азоту), г/кг СР								
9000	Nimech	17	115	80	87	10	10	10
	USA	78	106	82	56	-37	-21	1
	CVB	18	119	142	144	47	-57	-24
7000	Nimech	10	51	76	10	30	10	10
	USA	43	86	60	33	-37	-11	-4
	CVB	107	129	128	49	83	-8	14
5000	Nimech	10	87	40	10	10	10	10
	USA	17	65	102	47	-40	-52	-4
	CVB	101	105	135	85	40	-56	-51

Джерело: складено авторами на основі проведених досліджень

Практично майже однакові показники раціонів годівлі корів, які одержані із застосування різних моделей їх оптимізації, показують, що результати господарювання в молочному скотарстві передових країн світу відповідають досягненням їх зоотехнічної науки. І немає різниці, які показники поживності кормів вони використовують в оптимізаційних розрахунках. Головне, що чітко визначається потреба корів в поживних речовинах, яка у них обґрунтована

і прийнята, залежно від стадії лактації та їх продуктивності і відповідно оцінюються показники хімічного складу поживності кормів. Поряд з цим проводиться відповідна племінна робота та заготівля кормів, яка забезпечує їх високу якість і поживність.

Одночасно оптимізаційні розрахунки показують, що найважливішим показником якості кормів є вміст нерозщепленого протеїну (американська модель) і пов'язані з ним засвоюва-

ний сирий протеїн (зСП) – німецька модель та засвоюваний протеїн жуйних (DVE) – голландська модель. Про це вказують нам оптимізаційні раціони годівлі корів (табл. 3).

Щоб знизити частку білкових кормів у раціонах годівлі корів за високих рівнів продуктивності необхідно забезпечити зниження рівня мікробного розщеплення протеїну або/і крохмалю кормів раціону в рубці корів (та відповідно збільшення їх частки, які будуть засвоюватися в тонкому кишечнику) наступними шляхами:

Експандування (гідротермічна обробка в експандері без гранування за принципом роботи екструдера – «висока температура – короткий час») – захищається протеїн від швидкої ферментації в шлунку (зростає кількість корисного протеїну – транзитного, захищеного або байпас) та одержується більше крохмалю, який, не знижуючи кислотності рубця, надходить у тонкий кишечник для забезпечення лактуючих корів глюкозою (відповідно є джерелом енергії для продукування молока).

Гранулювання комбікормів зменшує втрати поживних речовин і знижує рівень розщеплення протеїну в рубці.

Покращення балансу між протеїном і крохмалем дозволяє ефективніше використовувати суміші кукурудзи з ячменем, пшеницею тощо (в зерні кукурудзи 40 %, а в ячмені – 15 % стабільного або захищеного крохмалю від його загального рівня).

Консервування трав'яних кормів збільшує відсоток протеїну (силос, сінаж, сіно, трав'яне борошно), що не розщеплюється в рубці.

Термічна обробка, активне вентилування вологого сіна гарячим повітрям, гранулювання і брикетування.

Теплова обробка високобілкових кормів (макуха, шрот) може знизити розчинність і розщеплення протеїну в 1,5-2 рази [7].

Обробка альдегідами (формальдегід) і органічними кислотами (оцтова, пропіонова і мурашина кислоти) призводить до зниження розщеплення протеїну в рубці, наприклад, соняшникового шроту – від 70 до 33 % [7].

Отже, підготовлені таким чином корми, які збільшують частку нерозщепленого протеїну (модель США), підвищують також вміст засвоюваного (зСП) сирого протеїну (німецька модель) і покращують показник РБА та підви-

Таблиця 3 – Раціони годівлі технологічної групи корів в групі 21-70 днів після отелення за різних рівнів молочної їх продуктивності, кг

Вид корму	Рівень молочної продуктивності корів за рік, кг								
	9000			7000			5000		
	Nimech	USA	CVB	Nimech	USA	CVB	Nimech	USA	CVB
Кукурудза кормова	0,0	1,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Пшениця	2,4	3,3	2,8	2,0	4,7	1,7	2,0	2,9	0,8
Соя після теплової обробки	5,0	0,0	3,3	2,8	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Соева макуха	2,2	0,0	2,3	1,0	0,0	3,9	2,0	0,0	2,2
Соеве борошно (клітковина – 45-70г/кг)	0,0	5,1	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	1,7	0,3
Кукурудзяний силос (СР =280-320 г/кг)	16,4	0,0	11,3	3,9	0,0	8,0	5,4	4,4	8,8
Кукурудзяний силос (СР =320 г/кг)	0,0	7,5	0,0	0,0	6,7	0,0	0,0	2,8	0,0
Силос конюшини червоної	0,0	22,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Силос люцерни	0,0	0,0	3,8	11,7	20,1	2,7	16,1	21,8	16,4
Сіно люцерни	10,6	0,0	0,0	6,8	0,0	10,0	4,8	0,0	5,0
Сіно конюшини червоної	0,0	0,4	11,8	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Кормовий буряк	6,0	16,2	12,0	15,0	17,0	17,0	13,5	13,5	13,5
Жирова добавка "Профат"	0,35	0,18	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06	0,00
Всього кормів у фізичній масі (кг), у т.ч.:	42,9	57,4	47,5	43,4	52,1	45,4	43,8	47,4	47,0
- силос кукурудзяний	16,4	7,5	11,3	3,9	6,7	8,0	5,4	7,3	8,8
- силос трав'яний	0,0	22,5	3,8	11,7	20,1	2,7	16,1	21,8	16,4
- концентрати	9,5	10,3	8,5	5,8	8,1	6,8	3,9	4,6	3,3
у т. ч. білкові, %	75,0	50,0	66,6	65,0	41,7	75,0	50,0	37,7	75,0
- сіно	10,6	0,4	11,8	6,8	0,0	10,8	4,8	0,0	5,0
- мінеральні	0,08	0,34	0,09	0,09	0,13	0,09	0,08	0,09	0,08
Суша речовина, %	54,1	39,5	50,5	43,8	38,1	46,5	40,1	35,9	38,9

щують показник засвоюваного протеїну жуйних (DVE) – голландська модель. Як наслідок, різко скоротиться потреба в білкових кормах і в цілому витрати концентрованих кормів. Наприклад, за обробки альдегідами або органічними кислотами білкових концентратів зі зниженням розщеплення протеїну в рубці до 35 % витрати концентратів скоротяться на 15-20 % (до 8,5 кг), а частка білкових кормів не перевищуватиме 50 % за високої (більше 9 тис. кг молока за рік) продуктивності корів в період лактації 21-70 день. За дещо нижчої продуктивності корів (7 тис. кг молока за рік) витрати концентратів скоротяться на 10 %, а частка білкових концентратів в загальних їх витратах в цей же період лактації знизиться до 33 %. При цьому в раціонах годівлі корів зростає частка витрат силосу і сінажу й складатиме найбільш науково-обґрунтоване співвідношення між ними – по 50 %, а собівартість раціону знизиться на 15-20 %.

Висновки. Застосування моделей оптимізації раціонів годівлі корів країн світу, які досягли високих показників розвитку молочного скотарства, для різних стадій лактації та різних рівнів продуктивності показало на відсутність відчутних переваг одних над іншими. Всі вони дозволяють успішно розподіляти кормові ресурси між групами корів залежно від стадії лактації і рівня продуктивності з максимальним ефектом – підтримкою планового рівня продуктивності з гарантією забезпечення здоров'я тварин. Проте їх впровадження у вітчизняній практиці потребує організації прогресивних способів заготівлі кормів та їх обов'язкового хімічного аналізу. Поєднання цих двох складових в організації молочного скотарства (моделей оптимізації та експрес-аналізу кормів) поряд з вирішенням проблем організації племінної роботи та наведення ладу на ринку молока є запорукою ефективності інвестицій та самої галузі тваринництва.

Бібліографічний список:

1. Лебідь Л. Чим тварину не годуй, а вона комбікорму потребує. URL: <https://a7d.com.ua/1399-chim-tvarinu-ne-goduj-a-vona-kombikormu-potrebuye.html>
2. Теорія і практика нормованої годівлі великої рогатої худоби: монографія / за ред. В.М. Кандиби, І.І. Ібатуліна, В.І. Костенка. Житомир : ПП «Рута», 2012. 860 с.
3. Протеїнова годівля в раціоні дійних корів: курс на економію. URL: <https://propozitsiya.com/ua/roteynova-godivlya-v-racioni-diynih-koriv-kurs-na-ekonomiyu>
4. Годівля високопродуктивних тварин. Опорний конспект лекцій. ОДАУ. Одеса, 2019. 150 с. URL: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Godivlya.-vysokpro_tvaryn_Konspekt-lektsij.pdf
5. Більченко Г. Обираємо стратегію годівлі корів. *Agroexpert*. 2012. № 6 (47). С. 100–104.
6. Довідник з повноцінної годівлі сільськогосподарських тварин / за ред. Ібатуліна І.І., Жукорського О.М. Міністерство аграрної політики України. Київ. 2016. 300 с.
7. Бомко В. С., Даниленко В. П., Бабенко С. П. та ін. Особливості формування і годівлі високопродуктивного стада корів: монографія. Біла Церква : БНАУ, 2019. 372 с.

References:

1. Lebid L. Chym tvarynu ne hodui, a vona kombikormu potrebuie. Available at: <https://a7d.com.ua/1399-chim-tvarinu-ne-goduj-a-vona-kombikormu-potrebuye.html>
2. Kandyby V. M., Ibatulina I. I., Kostenka V. I. (2012) Teoriia i praktyka normovanoi hodivli velykoi rohatoi khudoby: monohrafiia. Zhytomyr: PP «Ruta», 860 p.
3. Proteinova hodivlia v ratsioni diinykh koriv: kurs na ekonomiiu. Available at: <https://propozitsiya.com/ua/roteynova-godivlya-v-racioni-diynih-koriv-kurs-na-ekonomiyu>
4. Hodivlia vysokoproduktyvnykh tvaryn. Oporny konspekt lektsii. (2019) Odesa: ODAU, 150 p. Available at: https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2020/05/Godivlya.-vysokpro_tvaryn_Konspekt-lektsij.pdf
5. Bilchenko H. (2012) Obyraiemo stratehiiu hodivli koriv. *Agroexpert*, no. 6 (47), pp. 100–104.
6. Ibatullin I. I., Zhukorskyi O. M. (2016) Dovidnyk z povnotsinnoi hodivli silskohospodarskykh tvaryn za red Ministerstvo ahrarynoi polityky Ukrainy. Kyiv. 300 p.
7. Bomko V. S., Danylenko V. P., Babenko S. P. ta in. (2019) Osoblyvosti formuvannia i hodivli vysokoproduktyvnoho stada koriv: monohrafiia. Bila Tserkva: BNAU, 372 p.

MANAGEMENT OF ECONOMIC EFFICIENCY OPTIMIZATION OF COW FEEDING RATIONS ON AGRICULTURAL ENTERPRISES: SIMULATION OF FOOD RATIONS AND THEIR COMPARATIVE ANALYSIS

Mykola Kalinchyk

Doctor of Economic Sciences, Professor,
Head of the Development and Research Department
LLC «Research and Production Enterprise «VinMiks-Soft»

Anna Slobodianyuk

Candidate of Economic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of Marketing Department
National Aviation University

Mykhailo Tarasevych

Postgraduate Student
The University of Food Technology, Plovdiv, Bulgaria

Oleksandr Tarasevych

Postgraduate Student
The University of Food Technology, Plovdiv, Bulgaria

Serhii Dyshliuk

Postgraduate Student
The University of Food Technology, Plovdiv, Bulgaria

Summary. In the article, the authors highlight the peculiarities of managing the economic efficiency of optimizing cow feeding rations at agricultural enterprises, in particular, the attention is focused on the modeling of food rations and their comparative analysis. The authors present the results of optimization of cow feeding rations, carried out according to three models based on methodological approaches from the USA, Germany and Holland. The author's team proved that the main goal of the study was to determine the effectiveness of using these models to calculate the animal's need for nutrients and improve feeding rations. After all, the achievement of competitiveness in the production of livestock products in the conditions of globalization is connected with the development of information technologies, in particular, with the development and implementation of optimization models for the effective distribution of feed resources (animal feeding rations). Calculations showed that there are no significant signs of advantages in the optimization results obtained with the help of our developed models compared to traditional methods. This indicates the need for further improvement of methodological approaches to the calculation of cow feeding rations. In the study, the authors paid special attention to the issue of the importance of reliable constant chemical analysis of feed, which is critically important for achieving optimal results in feeding. The study shows that the quality of fodder and its constituent elements directly affect the productivity of dairy farming, as well as the overall economic effect of milk production. Constant monitoring of the chemical composition of feed provides an opportunity to adjust rations in time, which, in turn, can positively affect the health of animals and their productivity. Therefore, the results of the work indicate that the effectiveness of optimizing cow feeding rations is closely related to the systematic and detailed analysis of feed. It has been proven that the use of models for optimizing cow feeding rations, developed in countries with high rates of dairy cattle development, for different stages of lactation and levels of productivity revealed the absence of significant advantages of some models over others. All these models efficiently distribute feed resources between groups of cows depending on the stage of lactation and productivity, while ensuring maintenance of the planned level of productivity and guaranteeing the health of the animals. To achieve the successful operation of dairy farming, it is necessary to continue research in this field and implement new approaches to optimization, taking into account the specifics of each agricultural enterprise.

Keywords: optimization of rations, feed analysis, market evaluation of feed, active and passive indicators of optimization.

Стаття надійшла до редакції 17.09.2024