УДК 636.085.3

НОВИЙ МЕТОД ОЦІНКИ КОРМІВ У ПРОДУКЦІЇ МОЛОКА

М.Ф. Кулик, О.І. Скоромна, Л.О. Гончар, І.Д. Зелінська

DOI 10.31073/kormovyrobnytstvo202192-13

Мета. Розробка нового методу оцінки 1 кг сухих речовин корму у продукції молока. **Методи.** Відомі методи оцінки кормів за показниками сирого протеїну, жиру, цукрів, сирій клітковини, кормових одиниць, валової, обмінної, перетравної і чистої енергії лактації та інші. Основою сучасних методів оцінки кормів є обмінна енергія, проте у такій оцінці є певні розбіжності. Тоді як метод оцінки кормів на основі продукції молока є абсолютно іншим, тобто враховує синтез білка молока, який відбувається тільки з амінокислот протеїну корму і бактеріального білка біомаси рубця, в синтезі якого використовуються небілкові інгредієнти корму. При перетворенні амінокислот сирого протеїну корму у будь-які види енергії зворотній синтез амінокислот із енергії не відбувається, тому оцінка корму в продукції молока за вмістом сирого протеїну в кормі є біохімічно обґрунтованою. **Результати.** Суть запропонованого нами нового методу оцінки кормів у продукції молока 1 кг сухих речовин корму виражається добутком 3,1 МДж енергії 1 л молока на відношення валової енергії сирого протеїну корму до валової енергії сирій клітковини раціону (%) з геміцелюлозою в кількості 1/2 від оцінюваного корму, тому що зазначена геміцелюлоза не розщеплюється в рубці, оскільки структурно поєднана з целюлозою сирій клітковини оцінюваного корму. Для оцінки взяті типові раціони для корів із вмістом 17,0; 23,0; 26,0; 30,0 і 32,0% сирій клітковини і ці ж раціони з включенням геміцелюлози в кількості 1/2 від вмісту СК в оцінюваному кормі і одержанням валової енергії сумарної кількості структурних вуглеводів. **Висновки.** Суть запропонованого нами нового методу оцінки кормів у продукції молока 1 кг сухих речовин корму полягає в тому, щоб враховувати геміцелюлозу при розрахунку, оскільки зазначена геміцелюлоза не розщеплюється в рубці через поєднання з целюлозою сирій клітковини оцінюваного корму. Фактором, що підтверджує достовірність, доцільність, ефективність оцінки у продукції молока 1 кг сухих речовин корму є витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока. Сирий протеїн входить до структури волокон целюлози і геміцелюлози. Високий рівень використання сирого протеїну на синтез білка молока є характерним для концентрованих кормів при використанні їх у годівлі високопродуктивних корів.

Ключові слова: корми, метод, валова енергія, геміцелюлоза, сирий протеїн.

Кулик Михайло Федорович, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН, завідувач лабораторії технології заготівлі кормів, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, 21100, e-mail: kulikmf@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7274-9980>

Скоромна Оксана Іванівна, кандидат сільськогосподарських наук, доцент кафедри технології виробництва продукції тваринництва, Вінницький національний аграрний університет, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, e-mail: oksanas7777@rambler.ru, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1332-5579>

Гончар Леся Олексіївна, провідний фахівець, Інститут кормів та сільського господарства Поділля НААН України, пр-кт Юності, 16, м. Вінниця, Україна, e-mail: lesja.gonchar82@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5214-7053>

Зелінська Ірина Петрівна, аспірант, Вінницький національний аграрний університет, вул. Сонячна, 3, м. Вінниця, Україна, 21008, e-mail: zelinska1992@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7027-9591>

Вступ. Постановка проблеми. До відомих методів оцінки кормів відносять хімічний аналіз з визначенням сирого протеїну, жиру, цукрів, сирій клітковини, вівсяні і ячмінні кормові одиниці, валова, обмінна, перетравна і чиста енергія лактації та інші. Порівняння показників вмісту обмінної енергії в

грубих і концентрованих кормах за даними різних авторів зумовлюють розбіжності в такій оцінці. Зокрема ячмінна і пшенична солома містять 5,6 і 4,7 МДж обмінної енергії відповідно, а 1 кг зерна вівса містить 9,0 МДж, тоді як у соломі вміст сирого протеїну низький, крохмалю зовсім немає, а цукрів – лише сліди. Трава пажитниці містить 6,3 МДж чистої енергії лактації, сіно лугове – 4,6 МДж, дерть ячмінна – 8, кормові буряки – 7,6, солома пшенична – 3,5, шрот ріпаковий – 7,3 МДж [1, 2, 3], а продукція молока за сирим протеїном кормів є протилежною щодо чистої енергії лактації. Наступний крок у вдосконаленні оцінки поживності кормів зробив Оскар Кельнер (Нобелівський лауреат 1922 року). Він обрав більш відомий усім відносний показник – еквівалент поживної цінності – 1 кг крохмалю [4].

На основі проведеного аналізу вмісту обмінної енергії в кормах, енергетичної кормової одиниці і чистої енергії лактації впливає висновок про необхідність розробки нового принципу оцінки кормів у продукції молока.

В основу сучасних систем живлення корів і відгодівельної худоби [5, 6, 7] покладено визначення їхньої потреби в обмінній, або метаболічній енергії (ME – metabolizable energy), і чистій енергії (KE – net energy), яка витрачається на окремі функції – підтримання (Em), відкладання (ріст і жирутворення – Eg) і лактації (El), основи якої розроблені К. Блекстером (1962) в Англії. Вміст обмінної енергії в кормах у системі ARC визначається в годівельних дослідах, а вміст чистої енергії – респіраційним або калориметричним методом. Ці два показники – вміст обмінної енергії у кормах і її доступність, яка виражена в чистій енергії – поєднані з визначенням ефективності використання чистої енергії в раціонах різного типу на підтримання, ріст, лактацію [8].

У більшості країн з розвинутим тваринництвом система крохмальних еквівалентів була замінена новими показниками оцінки поживності кормів на підставі прямого (або непрямого) обліку обмінної енергії кормів і її використання для різних функцій організму чи для утворення продукції твариною [9].

У колишньому СРСР, і в тому числі в Україні, була прийнята «вівсяна» кормова одиниця, яка за поживністю прирівнюється до 1 кг вівса або 0,6 крохмального еквівалента Кельнера, а за продуктивною дією відповідає 150 г жиру, або 5,85 МДж продукції енергії в тілі дорослого вола, що припинив свій ріст, або 2-2,5 л молока, чи 6-6,5 МДж чистої (продуктивної) енергії для корови в період лактації. Відповідно забезпечує теплообмін 100 кг маси тіла чи одержання 350 кДж в яйці [10]. До основних недоліків системи крохмальних еквівалентів (а отже вівсяних кормових одиниць) відносять те, що вона базується на принципі постійної і незмінної продуктивної дії. Поряд з цим 1 кг вівса не може забезпечити одержання 2,0-2,5 кг молока за сирим протеїном у складі раціону корів різного рівня продуктивності з різним вмістом сирової клітковини.

Енергетична поживність об'ємистих кормів за системою крохмальних еквівалентів недооцінювалась, а концентратів – переоцінювалась. Замість крохмального еквівалента була запропонована енергетична кормова одиниця.

Проте, не дивлячись на ретельне опрацювання системи такої оцінки кормів, вона не одержала визнання [11]. Сучасні досягнення в області годівлі жуйних тварин призвели до диференціації системи оцінки: чиста енергія лактації та чиста енергія приросту живої маси. Відомі методики визначення обмінної енергії за рівняннями регресії для кожного виду тварин (велика рогата худоба, вівці, коні, свині та птиця) [12].

У зоотехнічній практиці для визначення обмінної енергії найвідоміше рівняння парної регресії розроблене Д. Аксельсоном [13, 14]:

$$y=73,1-0,766\times\text{Кл}, \quad (1)$$

де y – вміст обмінної енергії, %; Кл – вміст сирової клітковини, %.

Метод визначення обмінної енергії корму за даними його хімічного аналізу – найдоступніший, оскільки не потребує проведення прямих дослідів на тваринах. Валову енергію корму визначають за сумою енергії органічних речовин.

В основу розробленого нами методу визначення вмісту обмінної енергії в різних видах кормів покладено зменшення вмісту валової енергії через знижувальний вплив сирової клітковини, золи і геміцелюлози на енергетичну поживність у процесі перетравлення поживних речовин корму. Адже структурні вуглеводи стінки рослинної клітини – це асоціація геміцелюлози із целюлозою, яка підтримується за допомогою водневих зв'язків і забезпечує їх взаємодію з лігніном, цукрами і фенолами. Якщо не враховувати знижувального впливу геміцелюлози поряд із таким впливом сирової клітковини на перетравність основних поживних речовин у шлунково-кишковому каналі тварин, то вміст ОЕ в кормах буде завищеним.

Таким чином, наведені різні способи оцінки кормів у кормових одиницях (вівсяних, ячмінних (скандинавських) і енергетичних кормових одиницях, обмінній енергії, чистій енергії лактації, а також у крохмальних еквівалентах, мають істотні недоліки, оскільки не містять оцінки кормів в продукції молока (л) за різного вмісту в них сирого протеїну і сирової клітковини. Синтез білка молока відбувається тільки з амінокислот протеїну корму і бактеріального білка біомаси рубця. В синтезі молока використовується також небілкові інгредієнти корму. При перетворенні амінокислот сирого протеїну корму в будь-які види енергії зворотнього синтезу амінокислот із енергії не відбувається. Таким чином, оцінка корму в продукції молока за рахунок сирого протеїну є об'єктивною.

Ми здійснили визначення вмісту обмінної енергії і енергетичних кормових одиниць у зеленій масі трави пасовища, вівсяниці, люцерни, сіна і сінажу з люцерни, кукурудзяного силосу, зерна вівса, ячменю, кукурудзи і соєвого шроту за розробленою нами методикою [15].

Нами розроблені методи оцінки кормів і раціонів у молочних протеїнових, вуглеводних і енергетичних одиницях для корів різного рівня продуктивності [16] і методики оцінки кормів і раціонів у продукції молока за сирим протеїном, крохмалем із цукром і сухими речовинами для корів різного рівня

продуктивності [17, 18]. Проте зазначені методи при апробації у виробництві виявилися недосконалими.

Мета досліджень – розробка нового методу оцінки 1 кг сухих речовин корму у продукції молока.

Матеріали та методи. Під час визначення сирої клітковини в кормах структурні вуглеводи геміцелюлози під дією сірчаної кислоти, а потім лугу, переходять у розчин, а тому їх зараховують до складу БЕР. У розробленій нами методиці при визначенні обмінної енергії в кормах до сирої клітковини додається вміст геміцелюлози і сира зола. В об'ємистих кормах геміцелюлоза становить 1/2, тобто половину від вмісту сирої клітковини, для концентрованих кормів – однакову кількість із сирою клітковиною і для соломи частка геміцелюлози становить 2/3 від кількості БЕР [15].

За Ван Соестом (1963) в рослині містяться речовини, які розчиняються в нейтральному детергенті (вміст клітини рослини за виключенням клітинних оболонок), і структурні компоненти клітинної оболонки, або нейтрально-детергентна клітковина. Коли аналізується суха речовина будь-якої рослини, то враховуються структурні вуглеводи, тобто сира клітковина (целюлоза з лігніном), але ж рослина містить і геміцелюлозу, а корм оцінюється тільки з врахуванням сирої клітковини, тож і корм також необхідно оцінювати, виходячи з наявності усіх структурних вуглеводів сирої клітковини і геміцелюлози [19].

Включення валової енергії геміцелюлози в кількості 1/2 від вмісту сирої клітковини до загальної валової енергії із сирою клітковиною обґрунтовується участю сумарної кількості структурних вуглеводів у їх депресивній дії при розщепленні протеїну і синтезу мікробного білка в рубці та розщепленні в кишечнику. У такому разі виникає питання: чому враховується тільки 1/2 вмісту геміцелюлози від вмісту сирої клітковини в зеленій масі люцерни різних фаз вегетації? Така кількість геміцелюлози не розщеплюється в рубці і структурно поєднана з целюлозою сирої клітковини.

Целюлоза і геміцелюлоза мають різну структуру. Залишки глюкози і галактози в геміцелюлозах відщеплюються значно швидше, ніж пентозні компоненти. Зв'язки з арабінозою також легше піддаються розщепленню, ніж ксилозні полімери. Це може бути зумовлено відносно високою арабінозоздатною активністю бактерій рубця чи меншою стабільністю α -1-3- зв'язку між ксилозою і арабінозою бокового ланцюга у порівнянні з стабільністю В-1-4-зв'язку ксилозового бокового ланцюга [20].

Поряд з цим поліфенольні компоненти геміцелюлози можуть бути зв'язані також лужностабільними зв'язками, а тому обробка кормів лугом може підвищувати перетравність цих компонентів. Біохімічні механізми, які забезпечують розщеплення окремих компонентів геміцелюлози ферментами мікроорганізмів рубця на клітинному і молекулярному рівнях, вимагають подальшого з'ясування [20].

Ферментація целюлози з геміцелюлозою і сирого протеїну з одночасним синтезом мікробної біомаси і бактеріального протеїну, зокрема, знаходяться у

взаємозалежності, тому відношення валової енергії сирого протеїну до валової енергії сумарної кількості структурних вуглеводів (сирої клітковини з геміцелюлозою) пояснюється тим, що протеїн є домінуючим фактором в утворенні молока, а структурні вуглеводи – це джерело енергії, і в процесі синтезу вони виконують тільки роль інгібітору.

Відношення валової енергії сирого протеїну в чисельнику до валової енергії структурних вуглеводів в знаменнику показує, що із збільшенням показників знаменника зменшується основна роль чисельника і навпаки. Такий взаємозв'язок відношення валової енергії сирого протеїну до валової енергії сирої клітковини раціону з геміцелюлозою досліджуваного корму, помноженому на 3,1 МДж енергії 1 л молока, виражається продукцією молока 1 кг сухих речовин проаналізованого корму. Факторами контролю об'єктивності врахування геміцелюлози досліджуваного корму в сумарній кількості структурних вуглеводів є витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока.

Суть запропонованого нами нового методу оцінки кормів у продукції молока 1 кг сухих речовин корму виражається формулою:

$$\text{ПМ} = 3,1 \times \frac{\text{ВЕ}_{\text{сп}}}{\text{ВЕ}_{\text{ск}}}; (\text{л/кг СР корму}), \quad (2)$$

де ПМ – продукція молока, л; 3,1 – енергія 1 л молока (стала величина); $\text{ВЕ}_{\text{сп}}$ – валова енергія сирого протеїну, г; $\text{ВЕ}_{\text{ск}}$ – валова енергія сирої клітковини з геміцелюлозою (ГМЦ).

Даний метод оцінки кормів у продукції молока (л) підтверджується результатами досліджень. Для дослідження взяті типові раціони для корів із вмістом 17,0; 23,0; 26,0; 30 і 32% сирої клітковини і ці ж раціони з включенням геміцелюлози в кількості 1/2 від вмісту сирої клітковини в оцінюваному кормі і одержанням валової енергії сумарної кількості структурних вуглеводів.

Результати і обговорення. Дослідження якості раціону годівлі корів здійснювались в продукції молока через оцінку 1 кг сухих речовин зеленої маси люцерни у фазу ранньої вегетації, бутонізації, початку і середини цвітіння.

В 1 кг сухих речовин зеленої маси люцерни ранньої вегетації міститься 25,4% сирого протеїну, тобто 254 г. В 1 кг сирого протеїну вміст валової енергії становить 24 МДж. В 1 кг клітковини міститься валової енергії 20 МДж, тоді в 260 г структурних вуглеводів (сира клітковини з геміцелюлозою) вміст валової енергії буде становити 5,20 МДж. Відношення валової енергії сирого протеїну 6,1 МДж до валової енергії сирої клітковини з геміцелюлозою 5,20 МДж буде складати 1,17, і при множенні цього відношення на 3,1 МДж енергії, що міститься в 1 л молока [3], продукція молока буде становити 3,6 л. Даний рівень взято за 100% (базовий), оскільки вміст сирої клітковини в раціоні є мінімальним (17,0%).

Витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока визначаються співвідношенням сирого протеїну в 1 кг сухих речовин люцерни (254 г) до обсягу одержаного молока (3,6 л), і це становить 70 г. При цьому коефіцієнт

використаного сирого протеїну на утворення молока із вмістом 3,0% білка буде складати 43,0%. Аналогічний аналіз проводиться із зеленою масою люцерни інших фаз вегетації (табл. 1).

Таблиця 1

Оцінка в продукції молока (л) 1 кг сухих речовин люцерни 1-го укосу

В раціоні міститься	Продукція молока за валовою енергією СП і СК з ГМЦ, л	% від оптимального рівня продукції молока	Витрати СП на утворення 1 л молока з вмістом 3% білка, г	Коефіцієнт використання СП на синтез білка 1 л молока, %
Рання фаза вегетації¹				
17% СК, а з ГМЦ 26%	3,6	100	70	43
23% СК, а з ГМЦ 32%	3,0	83	86	35
26% СК, а з ГМЦ 35%	2,7	75	94	32
30%СК, а з ГМЦ 39%	2,4	67	105	29
32% СК, а з ГМЦ 41%	2,3	64	110	27
Фаза бутонізації²				
17% СК, а з ГМЦ 29%	2,8	100	78	39
23% СК, а з ГМЦ 35%	2,3	82	94	32
26% СК, а з ГМЦ 38%	2,1	75	102	29
30%СК, а з ГМЦ 42%	1,9	68	113	27
32% СК, а з ГМЦ 44%	1,9	68	118	25
Фаза початку цвітіння³				
17% СК, а з ГМЦ 31%	2,2	100	84	36
23% СК, а з ГМЦ 37%	1,9	86	100	30
26% СК, а з ГМЦ 40%	1,7	77	108	28
30% СК, а з ГМЦ 44%	1,6	73	119	25
32% СК, а з ГМЦ 46%	1,5	68	124	24
Фаза середини цвітіння⁴				
17% СК, а з ГМЦ 33%	2,0	100	89	34
23% СК, а з ГМЦ 39%	1,7	85	106	28
26% СК, а з ГМЦ 42%	1,5	75	114	26
30% СК, а з ГМЦ 46%	1,4	70	124	24
32% СК, а з ГМЦ 48%	1,3	65	130	23

Примітки: ¹ ОЕ – 10,49 МДж; СП – 25,4%; кр. + ц – 5,2%; СК – 17,8%, ЧЕЛ – 6,3 МДж

² ОЕ – 9,43 МДж; СП – 21,9%; кр. + ц – 4,6%; СК – 23,8%, ЧЕЛ – 6,3 МДж,

³ ОЕ – 8,83 МДж; СП – 18,7%; кр. + ц – 2,5%; СК – 28,5%, ЧЕЛ – 5,12 МДж,

⁴ ОЕ – 8,20 МДж; СП – 17,5%; кр. + ц – 5,4%; СК – 32,5%, ЧЕЛ – 4,67 МДж [3]

Результати досліджень оцінки 1 кг сухих речовин зеленої маси різних фаз вегетації показали чітку закономірність одержання продукції молока залежно від вмісту сирого протеїну і сирой клітковини з геміцелюлозою. Так продукція молока від 1 кг сухих речовин зеленої маси люцерни у фазу ранньої вегетації становить від 3,6 л до 2,3 л при згодовуванні коровам з вмістом в раціоні 17,0% сирой клітковини. Люцерна у фазі бутонізації в такому ж порівнянні дає 2,8 л і 1,9 л, а люцерна на початку цвітіння – від 2,2 л до 1,5 л, фаза середини цвітіння забезпечує продукцію молока на рівні 2 л максимально і 1,3 л мінімально.

Контролюючим фактором такої оцінки 1 кг сухих речовин люцерни різних фаз вегетації є витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока і коефіцієнт його використання на синтез білка того ж 1 л молока. Так при оцінці люцерни ранньої

фази вегетації без урахування геміцелюлози оцінюваного корму продукція молока буде становити 5,9 л для корів із вмістом 17% сирової клітковини в раціоні, а витрати сирого протеїну у кількості 43 г на утворення 1 кг молока з коефіцієнтом використання сирого протеїну на синтез білка молока із вмістом в ньому 3,0% білка буде на рівні 69%.

У процесі перетравлення і обміну речовин такий рівень продукції молока в організмі корови неможливий, оскільки в кормі міститься 17,8% сирової клітковини. Сирий протеїн люцерни знаходиться в структурі волокон целюлози і геміцелюлози. Високий коефіцієнт використання сирого протеїну на синтез білка молока характерний для концентрованих кормів (табл. 2-3).

Таблиця 2

Оцінка в продукції молока (л) 1 кг сухих речовин зерна жита

В раціоні міститься	Продукція молока за валовою енергією СП і СК з ГМЦ (л)	% від оптимального рівня продукції молока	Витрати СП на утворення 1 л молока з вмістом 3,0 % білка (%)	Коефіцієнт використання СП на синтез білка 1 л молока (%)
17% СК, а з ГМЦ 18%	2,3	100	49	61
23% СК, а з ГМЦ 24%	1,7	74	66	46
26% СК, а з ГМЦ 27%	1,5	65	74	41
30% СК, а з ГМЦ 31%	1,3	57	84	36
32% СК, а з ГМЦ 33%	1,2	52	90	33

Примітка: ОЕ – 13,31 МДж; СП – 11,2%; кр. + ц – 71,3%; СК – 2,8%, ЧЕЛ – 8,47 МДж [3]

Таблиця 3

Оцінка в продукції молока (л) 1 кг сухих речовин зерна кукурудзи

В раціоні міститься	Продукція молока за валовою енергією СП і СК з ГМЦ, л	% від оптимального рівня продукції молока	Витрати СП на утворення 1 л молока з вмістом 3% білка, г	Коефіцієнт використання СП на синтез білка 1л молока, %
17% СК, а з ГМЦ 18%	2,1	100	49	61
23% СК, а з ГМЦ 24%	1,6	73	65	46
26% СК, а з ГМЦ 27%	1,4	67	73	41
30% СК, а з ГМЦ 31%	1,2	57	84	36
32% СКГ а з ГМЦ 33%	1,2	57	90	34

Примітка: ОЕ – 13,58 МДж; СП – 10,4%; кр. + ц – 65,3%; СК – 2,6%, ЧЕЛ – 8,63 МДж [3]

Таблиця 4

Оцінка в продукції молока (л) 1 кг сухих речовин вівса

В раціоні міститься	Продукція молока за валовою енергією СП і СК з ГМЦ, л	% від оптимального рівня продукції молока	Витрати СП на утворення 1 л молока з вмістом 3% білка, г	Коефіцієнт використання СП на синтез білка 1л молока, %
17% СК, а з ГМЦ 22%	2,0	100	61	49
23% СК, а з ГМЦ 28%	1,6	76	77	39
26% СК, а з ГМЦ 31%	1,4	67	85	35
30% СК, а з ГМЦ 35%	1,3	57	96	31
32% СК, а з ГМЦ 37%	1,2	57	101	30

Примітка: ОЕ – 11,48 МДж; СП – 12,3%; кр. + ц – 46,4%; СК – 11,3%, ЧЕЛ – 6,97 МДж [3]

Аналіз результатів дослідження оцінки у продукції молока 1 кг сухих речовин зерна жита, кукурудзи і вівса показує, що при вмісті в раціоні корів 17% сирого клітковини витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока становлять 49 г, а коефіцієнт використання сирого протеїну на синтез білка 1 л молока із вмістом 3% білка складає 61%, що свідчить про ефективне використання сирого протеїну, порівняно із об'ємистими кормами, на утворення молока при використанні концентрованих кормів у годівлі високопродуктивних корів.

Висновки. Новим методом оцінки кормів у продукції молока 1 кг сухих речовин корму є добуток 3,1 МДж енергії 1 л молока на відношення валової енергії сирого протеїну корму до валової енергії сирого клітковини (%) в раціоні з геміцелюлозою оцінюваного корму в кількості 1/2 від вмісту сирого клітковини (%) в ньому. Підтверджувальним фактором такої оцінки у продукції молока 1 кг сухих речовин корму є витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока. Так при оцінці люцерни ранньої фази бутонізації без урахування вмісту геміцелюлози в кількості 1/2 від вмісту сирого клітковини продукція молока буде становити 5,9 л від корів із вмістом в раціоні 17,0% сирого клітковини, а витрати сирого протеїну на утворення 1 л молока складатимуть 43 г з коефіцієнтом використання 69% сирого протеїну на синтез білка молока із вмістом в ньому 3,0% білка. В організмі корови такий рівень використання сирого протеїну зеленої маси люцерни в процесах обміну речовин неможливий. Сирий протеїн люцерни знаходиться в структурі волокон целюлози і геміцелюлози. Високий рівень витрат сирого протеїну на синтез білка молока характерний для концентрованих кормів при використанні їх в годівлі високопродуктивних корів.

Список бібліографічних посилань

1. *Esminger M.E., Oldfield J.E., Heinemann W.W.* Feed and Nutrition Digest, 2nd ed. The Ensminger Publ. Co. West Sierra Avenue, CI. California. USA. 1990. 794 p.
2. *Эсмингер М.Е., Оулдфилд Дж.Е., Хейнеманн У.У.* Корма и питание: краткое изложение; под ред. Г.А. Богданова. Изд. компания Эсмингера, 648 Вест Сиерра Авеню П.О. 429 Кловис, Калифорния, США. 1997. 974 с.
3. *Дурст Л., Виттман М.* Кормление сельскохозяйственных животных; пер. с нем. А.И. Чигрина, А.А. Дягилева; под ред. И.И. Ибатуллина, Г.В. Проваторова. Винница: Новая книга, 2003. 382 с.
4. *Кельнер О.* Кормление сельскохозяйственных животных. Руководство, составленное на основании физиологических исследований и практических наблюдений. Л.: Мысль, 1924. 664 с.
5. ARC. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 1984. Suppl. № 1, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough.
6. Nutrient requirements of dairy cattle. Nutrient-Requirements of Domestic Animals Series. Washington, 1971, 1973, 1975, 1976, 1978, 1979. Nutrient requirements of dairy cattle. 6-th rev. ed. Natl. Acad. Press. Washington, 1988.
7. Nutrient requirements of dairy cattle. 6-th rev. ed. Natl. Acad. Press. Washington, 2011.
8. *Blaxter K.L.* The energy metabolism of ruminants, London: Hutchinson. 1962. 547 p.
9. *Бурлаку Г.* Главные современные системы по оценке питательности кормов и кормовых норм для животных. Бухарест, 1982. 186 с.
10. *Попов В. В.* Технологические новации в повышении качества кормов из зернофуражных культур. *Кормопроизводство*. 2007. № 2. С. 20-24.
11. *Попов В. В., Худякова Х. К.* Новое в оценке качества кормов. *Кормопроизводство: проблемы и пути решения*. М., 2007. С. 223-229.

12. Калашников А.П., Фисинин В.И., Щеглов В.В. и др. Нормы и рационы кормления сельскохозяйственных животных: справочное пособие. 3-е издание; под ред. А.П. Калашникова, В.И. Фисинина, В.В. Щеглова, Н.И. Клейменова. М.: Джангар, 2003. 456 с.
13. Axsellson J. Die Bestimmung des allgemeinen Nahrwerts (Energiewertes) der Futtermittel nach der chemischen Zusammensetzung. Tierernahrung. 1938. № 10. P. 240.
14. Axsellson J. Bedeutung und wert der Bohrfaser für das Futter des Rindes. Tierernahrung. 1940. № 12. P. 414.
15. Кулик М.Ф., Скоромна О.І., Обертюх Ю.В. та ін. Визначення обмінної енергії та енергетичних кормових одиниць у кормах для великої рогатої худоби за їхнім хімічним складом. Вісник аграрної науки. 2012. № 7. С. 30-33.
16. Кулик М.Ф., Петриченко В.Ф., Скоромна О.І. та ін. Теорія і практика оцінки кормів і раціонів у молочних одиницях для корів різного рівня продуктивності; за ред. М. Ф. Кулика. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2011. 276 с.
17. Скоромна О.І.; за ред. М.Ф. Кулика. Нова система оцінки кормів і раціонів для корів у продукції молока за сирим протеїном, крохмалем із цукром і сухими речовинами. Вінниця: ФОП Рогальська І.О., 2013. 424 с.
18. Скоромна О.І. Оцінка високобілкових кормів у продукції молока. Корми і кормовиробництво. 2020. № 90. С.157-168. <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202090-14>.
19. Van Soest, Peter J. Nutritional ecology of the ruminant/2nd ed. O & B Books Inc., Corvallis, 1994. 374 p.
20. Янович В.Г., Сологуб Л.Ш. Біологічні основи трансформації поживних речовин у жуйних тварин. Львів: Тріада плюс, 2000. 384 с.

References

1. Esminger M.E., Oldfield J.E., Heinemann W.W. (1990). Feed and Nutrition Digest, 2nd ed. The Ensminger Publ. Co. West Sierra Avenue, CI. California, USA, 794 p.
2. Esminger M.E., Oldfield J.E., Heinemann W.W. (1997). Korma i pitaniye: kratkoye izlozheniye; pod red. G.A. Bogdanova [Feed and nutrition: summary; edited by Bogdanov G.A.]. Izd. kompaniya Esmingera, 648 West Sierra Avenue P.O. 429 Clovis, California, USA, 974 p. [in Russian].
3. Durst L., Vittman M. (2003). Kormleniye selskokhoziaistvennykh zhivotnykh; per. s nem. A.I. Chigrina, A.A. Diagileva; pod red. I.I. Ibatullina, G.V. Provatorova [Feeding farm animals. Translated by Chigrin A.I., Diagilev A.A.; edited by Ibatullin I.I., Provatorov G.V.]. Vinnytsia, Novaya kniga, 382 p. [in Russian].
4. Kelner O. (1924). Kormleniye selskokhoziaistvennykh zhivotnykh. Rukovodstvo, sostavlennoe na osnovanii fiziologicheskikh issledovaniy i prakticheskikh nabliudeniy [Feeding farm animals. A guide based on physiological research and practical observations]. Leningrad, Mysl, 664 p. [in Russian].
5. ARC. The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock. 1984. Suppl. № 1, Commonwealth Agricultural Bureaux, Slough.
6. Nutrient requirements of dairy cattle. Nutrient-Requirements of Domestic Animals Series. Washington, 1971, 1973, 1975, 1976, 1978, 1979. Nutrient requirements of dairy cattle. 6-th rev. ed. Natl. Acad. Press. Washington, 1988.
7. Nutrient requirements of dairy cattle. 6-th rev. ed. Natl. Acad. Press. Washington, 2011.
8. Blaxter K.L. (1962). The energy metabolism of ruminants, London: Hutchinson. 547 p.
9. Burlaku G. (1982). Glavnyie sovremennyye sistemy po otsenke pitatel'nosti kormov i kormovykh norm dlia zhivotnykh [The main modern systems for assessing the nutritional value of feed and feed standards for animals]. Bucharest, 186 p. [in Russian].
10. Popov V.V. Tekhnologicheskiye novatsii v povyshenii kachestva kormov iz zernofurazhnykh kultur [Technological innovations in improving the quality of feed from forage crops]. Kormoproizvodstvo [Feed production], 2007, no. 2, pp. 20-24 [in Russian].
11. Popov V.V., Khudiakova Kh.K. (2007). Novoie v otsenke kachestva kormov. Kormoproizvodstvo: problemy i puti resheniya [New in the assessment of feed quality. Feed production: problems and solutions]. Moscow, pp. 223-229 [in Russian].
12. Kalashnikov A.P., Fisinin V.I., Shcheglov V.V. et al. (2003). Normy i ratsiony kormleniya selskokhoziaistvennykh zhivotnykh: spravochnoie posobiye. 3-e izdaniye [Norms and rations for feeding farm

animals: a reference guide. The 3rd edition]. Moskow, Dzhangar, 456 p. [in Russian].

13. Axsellson J. Die Bestimmung des allgemeinen Nahrwerts (Energiewertes) der Futtermittel nach der chemischen Zusammensetzung. Tierernahrung, 1938, no. 10, p. 240.

14. Axsellson J. Bedeutung und wert der Bohfaser für das Futter des Rindes. Tierernahrung, 1940, no. 12, p. 414.

15. Kulyk M.F., Skoromna O.I., Obertiukh Yu.V. et al. Vyznachennia obminnoi enerhii ta enerhetychnykh kormovykh odyntys u kormakh dlia velykoi rohatoi khudoby za yikhnim khimichnym skladom [Determination of metabolic energy and energy feed units in cattle feed by their chemical composition]. Visnyk aharnoi nauky [Bulletin of Agricultural Science], 2012, no. 7, pp. 30-33 [in Ukrainian].

16. Kulyk M.F., Petrychenko V.F., Skoromna O.I. et al. (2011). Teoriia i praktyka otsinky kormiv i ratsioniv u molochnykh odyntysiakh dlia koriv riznoho rivnia produktyvnosti [Theory and practice of evaluation of feed and rations in dairy units for cows of different levels of productivity]. Vinnytsia, FOP Rohalska I.O., 276 p. [in Ukrainian].

17. Skoromna O.I., Kulyk M.F. (2013). Nova systema otsinky kormiv i ratsioniv dlia koriv u produktsii moloka za syrym proteinom, krokhmalem iz tsukrom i sukhymy rechovynamy [A new system for evaluating feed and rations for cows in milk products based on crude protein, starch with sugar and dry matter]. Vinnytsia, FOP Rohalska I.O., 424 p. [in Ukrainian].

18. Skoromna O.I. Otsinka vysokobilkovykh kormiv u produktsii moloka [Evaluation of high-protein feeds in milk products]. Kormy i kormovyrobnytstvo [Feed and feed production], 2020, no. 90, pp.157-168. Available at: <https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202090-14> [in Ukrainian].

19. Van Soest, Peter J. (1994). Nutritional ecology of the ruminant/2nd ed. O & B Books Inc., Corvallis, 374 p.

20. Yanovych V.H., Solohub L.Sh. (2000). Biolohichni osnovy transformatsii pozhyvnykh rechovyn u zhuinykh tvaryn [Biological basis of transformation of nutrients in ruminants]. Lviv, Triada plus, 384 p. [in Ukrainian].

Kulyk M.F., Skoromna O.I., Honchar L.O., Zelinska I.P. A new method of feed evaluation in milk production

Purpose. Development of a new method for estimating 1 kg of feed dry matter in milk production. **Methods.** The standard methods for evaluating feed based on the indicators of crude protein, fat, sugars, crude fiber, feed units, gross, metabolic, digestible and net energy of lactation and others. Modern methods of feed evaluation are based on metabolic energy, but they have some controversies. Whereas the method on the base of milk production is quite different. Milk protein synthesis occurs only from the amino acids of feed protein and bacterial protein of rumen biomass, in the synthesis of which non-protein feed ingredients are used. When converting the amino acids of crude feed protein into any type of energy, the reverse synthesis of amino acids from energy does not occur, so evaluation of feed in milk production on the base of the crude protein content in feed is biochemically justified. **Results.** The essence of the new suggested method of feed evaluation in milk production of 1 kg of feed dry matter is expressed by the product of 3.1 MJ of energy of 1 liter of milk on the ratio of gross energy of crude feed protein to gross energy of crude diet (%) with hemicellulose in the amount of 1/2 of the estimated feed, as this hemicellulose is not broken down in the rumen, because it is structurally combined with the cellulose of crude fiber of the evaluated feed. Typical rations for cows with a content of 17.0 were taken for evaluation; 23.0; 26.0; 30.0 and 32.0% of crude fiber and the same rations with the inclusion of hemicellulose in the amount of 1/2 of the content of SC in the evaluated feed and obtaining the gross energy of the total amount of structural carbohydrates. **Conclusions.** The essence of the suggested method of feed evaluation in milk production of 1 kg of feed dry matter lies in taking into account hemicellulose in calculation as this hemicellulose is not broken down in the rumen because it is combined with cellulose of the raw fiber of the evaluated feed. The confirming factor of validity of the new method of estimation in milk production of 1 kg of feed dry matter is the cost of crude protein for the formation of 1 liter of milk. Crude protein is found in the structure of cellulose and hemicellulose fibers. The high level of utilization of crude protein for milk protein synthesis is characteristic of concentrated feeds when used in high-yielding cows feeding.

Key words: feed, method, gross energy, hemicellulose, crude protein.

Kulyk Mikhaïlo, Doctor of Agricultural Sciences, Professor, Corresponding Member of NAAS,

Head of the Laboratory of Feed Procurement Technology, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS of Ukraine, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, 21100, e-mail: kulikmf@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7274-9980>

Skoromna Oksana, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Department of Technology of Production of Animal Products, Vinnytsia National Agrarian University, 3 Soniachna st., Vinnytsia, Ukraine, e-mail: oksanas7777@rambler.ru, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1332-5579>

Honchar Lesya, Leading Specialist, Institute of Feed Research and Agriculture of Podillya of NAAS of Ukraine, 16 Yunosti Ave., Vinnytsia, Ukraine, e-mail: lesja.gonchar82@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5214-7053>

Zelinska Iryna, Post-graduate student, Vinnytsia National Agrarian University, 3 Soniachna st., Vinnytsia, Ukraine, 21008, e-mail: zelinska1992@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7027-9591>

Кулик М.Ф., Скоромная О.И., Гончар Л.А., Зелинская И.П. Новый метод оценки кормов в продукции молока

Цель. Разработка нового метода оценки 1 кг сухих веществ корма в продукции молока. **Методы.** Известные методы оценки кормов на основе показателей сырого протеина, жира, сахаров, сырой клетчатки, кормовых единиц, валовой, обменной, перевариваемой и чистой энергии лактации и др. Основой современных методов оценки кормов является обменная энергия, но в такой оценке существуют определенные разногласия. Тогда как метод оценки кормов на основе продукции молока является совершенно иным и предполагает синтез белка молока происходит только из аминокислот протеина корма и бактериального белка биомассы рубца, в синтезе которого используются небелковые ингредиенты корма. При преобразовании аминокислот сырого протеина корма в любые виды энергии обратного синтеза аминокислот из энергии не происходит, поэтому оценка корма в продукции молока по содержанию сырого протеина в корме является биохимически обоснованной. **Результаты.** Суть предложенного нового метода оценки кормов в продукции молока 1 кг сухих веществ корма выражается произведением 3,1 МДж энергии 1 л молока и отношения валовой энергии сырого протеина корма в валовой энергии сырой клетчатки рациона (%) с гемицеллюлозой в количестве 1/2 от оцениваемого корма, так как указанная гемицеллюлоза не расщепляется в рубце, поскольку структурно соединена с целлюлозой сырой клетчатки оцениваемого корма. Для оценки взяты типичные рационы для коров с содержанием 17,0; 23,0; 26,0; 30,0 и 32,0% сырой клетчатки и эти же рационы с включением гемицеллюлозы в количестве 1/2 от содержания СК в оцениваемом корме и получением валовой энергии суммарного количества структурных углеводов. **Выводы.** Суть предложенного нового метода оценки кормов в продукции молока 1 кг сухих веществ корма заключается в том, чтобы учитывать гемицеллюлозу при расчете, поскольку указанная гемицеллюлоза не расщепляется в рубце, т.к. связана с целлюлозой сырой клетчатки оцениваемого корма. Подтверждающим фактором достоверности, эффективности, целесообразности нового метода оценки в продукции молока 1 кг сухих веществ корма являются расходы сырого протеина на образование 1 л молока. Сырой протеин находится в структуре волокон целлюлозы и гемицеллюлозы. Высокий уровень расхода сырого протеина на синтез белка молока характерен для концентрированных кормов при использовании их в кормлении высокопродуктивных коров.

Ключевые слова: корма, метод, валовая энергия, гемицеллюлоза, сырой протеин.

Кулик Михаил Федорович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, член-корреспондент НААН, заведующий лабораторией технологии заготовки кормов, Институт кормов и сельского хозяйства Подолья НААН Украины, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина, 21100, e-mail: kulikmf@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7274-9980>

Скоромная Оксана Ивановна, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии производства продукции животноводства, Винницкий национальный аграрный

университет, ул. Солнечная, 3, г. Винница, Украина, e-mail: oksanas7777@rambler.ru,
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0003-1332-5579>

Гончар Леся Алексеевна, ведущий специалист, Институт кормов и сельского хозяйства
Подолья НААН Украины, пр-кт Юности, 16, г. Винница, Украина,
e-mail: lesja.gonchar82@gmail.com.ua, ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0001-5214-7053>

Зелинская Ирина Петровна, аспирант, Винницкий национальный аграрный университет, ул.
Солнечная, 3, г. Винница, Украина, 21008, e-mail: zelinska1992@gmail.com.ua,
ORCID iD: <https://orcid.org/0000-0002-7027-9591>

Стаття надійшла до редакції: 22.11.2021

Фахове рецензування: 03.12.2021

Бібліографічний опис для цитування:

Кулик М.Ф., Скоромна О.І., Гончар Л.А., Зелінська І.П. Новий метод оцінки кормів в
продукції молока. Корми і кормовиробництво. 2021. № 92. С. 137-148.
<https://doi.org/10.31073/kormovyrobnytstvo202192-13>