

УДК 633.2:631.5:631.559

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2025.143.2.29>

ЯКІСТЬ БОБОВО-ЗЛАКОВОГО КОРМУ ЗАЛЕЖНО ВІД ФАКТОРІВ ВИРОЩУВАННЯ В УМОВАХ ПРАВОБЕРЕЖНОГО ЛІСОТЕПУ

Степанченко В.М. – доцент кафедри садівництва і виноградарства,
Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»
orcid.org/0000-0002-8619-9748

У статті наведено результати досліджень з оцінки енергетичної ефективності вирощування багаторічних бобових і бобово-злакових травостоїв у Правобережному Лісостепу. Встановлено, що найвищий вихід валової та обмінної енергії забезпечує люцерно-конюшинова травосумішка, проте вирощування чистої люцерни посівної є більш енергетично вигідним з погляду енерговитрат на одиницю продукції. Зокрема, енергоємність 1 т кормових одиниць люцерни становила 3,08 ГДж, що менше, ніж у травосумішок. Наведено порівняльні показники з інших досліджень: при вирощуванні люцерни витрати енергії на 1 ц кормових одиниць і перетравного протеїну були на 7,9% і 28,1% меншими відповідно, ніж у люцерно-стоколосової сумішки.

Показано, що енергетичний коефіцієнт (співвідношення валової енергії врожаю до сукупних енерговитрат) був найвищим у люцерно-конюшинової сумішки (8,52), тоді як для люцерни посівної – 7,70. Коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва корму у люцерни становив 3,68, а в люцерно-конюшинової сумішки – 3,92. Досліджено вплив добрив і стимуляторів росту: внесення фосфорно-калійного добрива ($P_{60}K_{60}$) покращувало енергетичну ефективність у варіантах з люцерною, а використання біологічного препарату на основі бульбочкових бактерій і регулятора росту емістиму С додатково підвищувало ці показники (до 7,81). Отримані результати свідчать про перспективність застосування біологічних технологій та раціонального підбору видового складу багаторічних трав для підвищення ефективності кормовиробництва в умовах сучасного агропромисловства.

Встановлено, що застосування біопрепаратів (ризобіофіту, емістиму С) суттєво знижує енергоємність продукції, особливо 1 т сирого протеїну (до 13,6%). Показано, що мінеральні добрива (особливо повне NPK) підвищують валовий вихід енергії, але водночас знижують енергетичний коефіцієнт і підвищують енергоємність одиниці продукції. Найкращі результати щодо енергоефективності забезпечили сидерація гірчицею білою та застосування органо-мінерального добрива «екогран». Найвищий енергетичний коефіцієнт (8,52) зафіксовано для люцерно-конюшинової травосумішки. Доведено, що біологізація технологій вирощування сприяє підвищенню енергоефективності кормовиробництва.

Ключові слова: травосумішки, бобовий і бобово-злаковий травостої, удобрення, продуктивність, якість корму, енергетична оцінка.

Stepanchenko V.M. The quality of legumes and grain forage depending on growing factors under the conditions of the Right Bank Forest-Steppe

The article presents the results of research on the assessment of energy efficiency in the cultivation of perennial legume and legume-grass mixtures in the Right-Bank Forest-Steppe of Ukraine. It was found that the highest output of gross and metabolizable energy was provided by the alfalfa-clover grass mixture. However, the cultivation of pure alfalfa was more energy-efficient in terms of energy input per unit of production. In particular, the energy intensity of 1 ton of feed units from alfalfa was 3.08 GJ, which was lower than that of the mixtures. Comparative indicators from other studies are presented: when cultivating alfalfa, energy costs per 100 kg of feed units and digestible protein were 7.9% and 28.1% lower, respectively, compared to the alfalfa-brome mixture.

It is shown that the energy coefficient (the ratio of the gross energy of the yield to total energy inputs) was highest in the alfalfa-clover mixture (8.52), while for pure alfalfa it was 7.70. The energy efficiency coefficient of feed production for alfalfa was 3.68, and for the alfalfa-clover mixture – 3.92. The impact of fertilizers and growth stimulants was studied: the application of

phosphorus-potassium fertilizer (P60K60) improved energy efficiency in the alfalfa variants, and the use of a biological preparation based on rhizobia and the growth regulator Emistim C further increased these indicators (up to 7.81). The results indicate the potential of using biological technologies and rational species composition selection of perennial grasses to improve the efficiency of forage production under modern agricultural conditions.

It was found that the use of biopreparations (Rhizobofit, Emistim C) significantly reduced the energy intensity of production, especially for 1 ton of raw protein (by up to 13.6%). It was shown that mineral fertilizers (especially full NPK) increased the gross energy output but simultaneously decreased the energy coefficient and increased the energy intensity per unit of production. The best results in terms of energy efficiency were achieved through green manuring with white mustard and the application of the organic-mineral fertilizer "Ekogran". The highest energy coefficient (8.52) was recorded for the alfalfa-clover grass mixture. It has been proven that the biologization of cultivation technologies contributes to increasing the energy efficiency of forage production.

Key words: grass mixtures, legume and legume-grass stands, fertilization, productivity, forage quality, energy assessment.

Постановка проблеми. Багаторічним бобово-злаковим травосумішком належить вирішальна роль у забезпеченні тваринництва високобілковими повноцінними кормами: зеленими, сіном, сінажем, силосом, трав'яним борошном, гранулами.

Численні дослідження засвідчують, що розв'язання проблеми створення належної кормової бази без збільшення площ під бобово-злаковими травосумішками неможливе.

Останніми роками в різних країнах світу дедалі більшого розмаху набуває біологічне кормовиробництво, стратегія якого потребує принципово нових підходів, серед яких одним із найважливіших є якомога більше використання азотфіксації рослин, що безпечно для людей, не забруднює довкілля, відновлює й зберігає родючість ґрунту та сприяє одержанню дешевого екологічно чистого врожаю.

Зважаючи на перспективу біологічного розвитку кормовиробництва та його інтенсифікацію, першочерговим завданням є створення високопродуктивних бобово-злакових агроценозів, розширення посівів яких має стати стратегічним напрямом сьогодення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Поряд з економічною оцінкою будь-якого технологічного процесу в сільськогосподарському виробництві у грошовому виразі повинна бути оцінка його енергетичного балансу [1, 4]. Сільське господарство все більше використовує для свого виробництва сировини та енергії, бо створення кожного додаткового центра врожаю забезпечується за рахунок зростаючих вкладень енергії, носієм якої є не тільки органічні й мінеральні добрива, а й усі фактори родючості, які активно впливають на ріст і розвиток рослин. Енергетичний аналіз проводиться для визначення ступеня використання добрив, пестицидів, палива, різних типів тракторів, автомобілів, причіпного знаряддя, природних ресурсів, ґрунтово-кліматичних умов, та інших факторів, які впливають на родючість ґрунту та формування врожаю [6, 9].

В сучасних умовах особливої гостроти набуває економія енергоресурсів. Адже від енергоємності залежить собівартість корму, а отже, і собівартість кінцевого продукту [7]. Для підвищення біоенергетичної ефективності кормовиробництва важливо вирощувати ті культури, що забезпечують найвищий вихід обмінної енергії, найнижчі витрати матеріальних та енергетичних ресурсів. Зменшення цих витрат, особливо непоновлюваної енергії, при незмінній чи навіть вищій врожайності є одним з важливих завдань, об'єктивною передумовою ефективності кормовиробництва [2, 3].

Тому пріоритетне значення в кормовиробництві повинні мати енергозберігаючі рослини – багаторічні травосуміші сінокоісного і пасовищного призначення [5, 8]. Низькі витрати енергоресурсів при вирощуванні багаторічних трав зумовлені переважно тим, що, по-перше, обробка ґрунту та посів відбуваються лише один раз за кілька років, а по друге – високі врожаї можна одержувати без внесення азотних добрив [10].

Мета роботи полягала у виявленні закономірностей формування видової структури та продуктивних властивостей багаторічних травостоїв залежно від підбору багаторічних трав, застосування бактеріального препарату та регулятора росту рослин, застосування мінеральних добрив, сидерату та органо-мінерального добрива, визначення якісних показників корму в умовах Правобережного Лісостепу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає у встановленні продуктивного потенціалу бобових та бобово-злакових травостоїв залежно від підбору багаторічних трав, використання бактеріального препарату та регулятора росту рослин, різних способів удобрення. Вперше в умовах південно-західного Лісостепу вивчено вплив на видовий склад, урожайність травостою та якість корму органо-мінерального добрива в порівнянні з мінеральними добривами та сидератом.

Показано доцільність сумісного використання біологічного препарату на основі бульбочкових бактерій ризобіфіту та регулятора росту рослин емістиму С з вмістом фітогормонів ауксинової та цитокінінової природи для обробки насіння люцерни посівної.

Встановлено економічну та енергетичну ефективність різних технологічних прийомів створення та використання багаторічних бобових і бобово-злакових травостоїв.

Дослідження проводилися в Правобережному Лісостепу – на НДЦ «Поділля» Закладу вищої освіти «Подільський державний університет». Середня температура повітря та кількість опадів за роки проведення досліджень в порівнянні з середніми багаторічними даними суттєво змінювалась але були сприятливою для формування травостою.

Дослідження проводились згідно загальноприйнятих методик по кормовиробництву і луківництву.

Посів трав був проведений одночасно на всіх варіантах у першій декаді квітня 2019 року сумісно з вівсом на зелений корм з нормою висіву 100 кг/га. Для посіву було використане кондиційне насіння таких районованих сортів багаторічних трав: люцерна посівна Вінничанка, конюшина лучна Тернопільська-4, стоколос безостий Марс, костриця очеретяна Людмила. Спочатку висівали овес, а потім, впоперек посіву вівса – багаторічні трави.

Облік урожаю проводився у фазі господарської стиглості багаторічних трав (у фазі початку колосіння злакових і бутонізації – початку цвітіння бобових трав).

Результати досліджень. Аналіз енергетичної ефективності створення і використання багаторічних травостоїв показав, що затрати енергії на вирощування люцерни посівної, люцерно-конюшинової та люцерно-злакових травосумішок були майже на одному рівні. Але найбільший вихід валової та обмінної енергії з урожаєм був з люцерно-конюшинової травосумішки – 125,99 та 57,87 ГДж/га відповідно. Найменший вихід валової та обмінної енергії забезпечила сумішка люцерни посівної з кострицею очеретяною 111,75 та 53,02 ГДж/га відповідно.

Найгірші показники в наших дослідженнях були при вирощуванні травосумішки люцерни посівної з кострицею очеретяною – 3,18 ГДж енергії. Крім цього,

потрібно також оцінювати і енергоємність одиниці вирощеної продукції, зокрема 1 т кормових одиниць та сирого протеїну. В умовах проведення досліджень на виробництво 1 т кормових одиниць люцерни посівної витрачали 3,08 ГДж енергії.

По енергоємності 1 т сирого протеїну беззаперечно перевагу мала люцерна посівна з показником 14,51 ГДж/т, тоді як на виробництво 1 т сирого протеїну з травосумішок затрачалось 15,47–17,0 ГДж енергії (табл. 1).

Таблиця 1

**Енергетична ефективність створення і використання укісних травостоїв
(середнє за 2019–2023 рр.)**

Варіанти	Енергоємність 1 т, ГДж		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 8	3,08	14,51	7,70	3,68
Люцерна посівна, 4 + конюшина лучна, 4	3,04	15,89	8,52	3,92
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3	3,00	15,47	7,92	3,77
Люцерна посівна, 6 + костриця очеретяна, 4,2	3,18	17,00	7,56	3,58
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 1,2 + костриця очеретяна, 2,1	3,04	15,77	7,85	3,73
Люцерна посівна, 8+ P ₆₀ K ₆₀	3,06	13,43	7,95	3,75
Люцерна посівна, 4 + конюшина лучна, 4 + P ₆₀ K ₆₀	3,06	15,40	7,55	3,65
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + P ₆₀ K ₆₀	3,09	15,08	7,91	3,72
Люцерна посівна, 6 + костриця очеретяна, 4,2 + P ₆₀ K ₆₀	3,14	16,02	7,81	3,66
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 1,2 + костриця очеретяна, 2,1+ P ₆₀ K ₆₀	3,08	15,28	7,87	3,71

Таким чином, в умовах проведення досліджень для максимального виходу з 1 га сирого протеїну вирощувати люцерну посівну енергетично вигідніше, ніж травосумішки на основі люцерни, провівши дослідження з люцерною посівною і люцерно-стоколосовою травосумішкою на зрошуваних сірих лісових ґрунтах центрального Лісостепу, наводить дані, що на виробництво 1 ц. кормових одиниць люцерни витрати енергії становили 249,7–293,9 МДж, тоді як люцерно-стоколосової сумішки 275,2–314,9 МДж. Ще більша різниця спостерігалася по енергоємності 1 ц перетравного протеїну. Якщо по люцерні цей показник становив 1244,8–1741,4 МДж, то по сумішці – 1816,9–2335,4. Таким чином, енерговитрати на виробництво 1 ц кормових одиниць і перетравного протеїну при вирощуванні люцерни менші, ніж при вирощуванні люцерно-стоколосової сумішки, на 7,9 і 28,1%.

За умов високої ціни енергії, коли гостро стоїть проблема окупності її урожаєм, на перший план виступає енергетичний коефіцієнт, який показує кількість природної енергії, яку зв'язує за даного рівня виробництва кожна одиниця витраченої сукупної енергії. При вирощуванні люцерни цей показник становив 7,70, а при вирощуванні люцерно-конюшинової травосумішки – 8,52, люцерно-стokolосової травосумішки – 7,92, тоді як при вирощуванні сумішки люцерни посівної з кострицею очеретяною – 7,56. Коефіцієнт енергетичної ефективності виробництва корму (відношення акумульованої в урожаї обмінної енергії до сукупних її витрат) в люцерни становив 3,68, люцерно-конюшинової сумішки – 3,92, люцерно-стokolосової сумішки – 3,77, а люцерно-кострицевої сумішки – лише 3,58. Внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) сприяло незначному зростанню енергетичного коефіцієнту та коефіцієнту енергетичної ефективності при вирощуванні люцерни посівної, водночас дещо знижуючи ці показники при вирощуванні травосумішок.

Використання бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій та регулятора росту рослин емістиму С підвищувало енергетичну ефективність виробництва кормів при внесенні фосфорно-калійних добрив. На варіанті з внесенням $P_{60}K_{60}$ енергетичний коефіцієнт становив 7,29, при використанні емістиму С на цьому фоні енергетичний коефіцієнт зріс до 7,39, а при використанні бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій – до 7,81 (табл. 2).

Таблиця 2

Показники енергетичної ефективності укісних травостоїв залежно від обробки насіння (середнє за 2019–2023 рр.)

Варіанти	Енергосмність 1 т		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3	3,08	16,07	7,73	3,67
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + інокулянт	2,97	15,14	7,98	3,80
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + емістим	3,03	15,52	7,91	3,76
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + інокулянт + емістим	2,91	14,14	8,25	3,92
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$	3,31	16,19	7,29	3,44
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + інокулянт	3,09	15,07	7,81	3,70
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + емістим С	3,30	16,01	7,39	3,48
Люцерна посівна, 6 + стokolос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + інокулянт + емістим С	3,10	14,69	7,64	3,71

Характерною особливістю використання зазначених препаратів є сильніше зниження енергосмності 1 т сирого протеїну порівняно зі зниженням енергосмності

1 т кормових одиниць. Так, енергоємність 1 т кормових одиниць при використанні інокулянту знизилась з 3,08 до 2,97 ГДж або на 3,7%, а енергоємність 1 т сирого протеїну знизилась з 16,07 до 15,14 ГДж або на 6,1%. При одночасній обробці насіння ризобіфітом та емістимом С енергоємність 1 т кормових одиниць знизилась з 3,08 до 2,91 ГДж або на 5,8%, а енергоємність 1 т сирого протеїну знизилась з 16,07 до 14,14 ГДж або на 13,6%.

Оскільки щорічне внесення $P_{60}K_{60}$ дещо знижувало енергетичні показники вирощування люцерно-стололової травосумішки, то саме використання інокулянту і емістиму С здатне підвищити енергоефективність виробництва кормів.

В наших дослідженнях внесення фосфорно-калійних добрив ($P_{60}K_{60}$) та повного мінерального добрива ($N_{60}P_{60}K_{60}$) збільшувало валовий вихід енергії з урожаєм з 114,91 ГДж до 127,08 та 132,73 ГДж відповідно. Але енергоємність 1 т кормових одиниць зростала на фосфорно-калійному фоні з 3,08 до 3,13 ГДж, а на фоні повного мінерального добрива ще помітніше – до 3,56 ГДж (табл. 3).

Таблиця 3

Показники енергетичної ефективності укісних травостоїв залежно від удобрення трав (середнє за 2019–2023 рр.)

Варіанти	Енергоємність 1 т		Енергетичний коефіцієнт	Коефіцієнт енергетичної ефективності
	кормових одиниць	сирого протеїну		
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3	3,08	15,74	7,76	3,70
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$	3,13	14,93	7,67	3,63
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $N_{60}P_{60}K_{60}$	3,56	17,63	6,72	3,19
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + екогран	3,10	15,44	7,70	3,66
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + сидерат	3,03	15,69	7,89	3,77
Люцерна посівна, 6 + стоколос безостий, 2,3 + $P_{60}K_{60}$ + сидерат	3,26	15,99	7,37	3,47

Якщо на контролі (без використання зазначених препаратів та мінеральних добрив) енергетичний коефіцієнт та коефіцієнт енергетичної ефективності становили відповідно 7,73 та 3,67, при внесенні $P_{60}K_{60}$ – знижувалися до 7,29 та 3,44, відповідно то при використанні інокулянту на фоні $P_{60}K_{60}$ – підвищувалися до 7,81 та 3,70 відповідно.

В наших дослідженнях енергетичний коефіцієнт при внесенні фосфорно-калійних добрив та повного мінерального добрива знижувався з 7,76 до 7,67 та 6,72 відповідно.

Кращі показники енергоємності одиниці виробленої продукції, порівняно з внесенням фосфорно-калійних добрив і повного мінерального добрива, ми отримали при використанні сидерату гірчиці білої та органічно-мінерального добрива екогран.

Зокрема, при внесенні екограну енергоємність 1 т кормових одиниць та сирого протеїну становила відповідно 3,10 та 15,44 ГДж, при використанні

сидерату – 3,03 та 15,69 ГДж відповідно. В цілому лише внесення екограну та фосфорно-калійних добрив зменшувало енергоємність виробництва 1 т сирого протеїну порівняно з контролем.

Але кращий енергетичний коефіцієнт (7,70) був при внесенні екограну, порівняно з використанням фосфорно-калійних добрив (7,67). Гірше окупувалась витрачена енергія при одночасному використанні сидерату та внесенні фосфорно-калійних добрив (7,37).

Висновки. В цілому можна зробити висновки, що в умовах проведення досліджень вирощувати багаторічні бобові і бобово-злакові трави енергетично вигідно. При цьому по енергоємності 1 т кормових одиниць деяку перевагу мали люцерно-конюшинова та люцерно-стokolосова травосумішки. Однак перевага люцерни посівної по найнижчій енергоємності 1 т сирого протеїну беззаперечна.

Створення і використання укисних бобових та бобово-злакових травостоїв енергетично вигідне. Енергетичний коефіцієнт при створенні і використанні люцернового травостою становив 7,70, люцерно-конюшинового – 8,52, люцерно-стokolосового – 7,92, люцерно-кострицевого – 7,56. Найнижча енергоємність виробництва 1 т кормових одиниць була на люцерно-стokolосовому травостої – 3,0 ГДж, 1 т сирого протеїну була з одновидового посіву люцерни – 14,51 ГДж.

Не викликає сумніву і доцільність використання бактеріального препарату на основі бульбочкових бактерій ризобію та регулятора росту рослин емістиму С для підвищення енергоефективності виробництва кормів. Внесення фосфорно-калійних добрив та повного мінерального добрива знижувало енергетичний коефіцієнт вирощування люцерно-стokolосової травосумішки.

Використання ризобію та емістиму С суттєво підвищувало енергетичну ефективність виробництва кормів з люцерно-стokolосової травосумішки. Енергетичний коефіцієнт при інокуляції насіння зростав з 7,73 до 7,98, при використанні емістиму С – до 7,91, при сумісному використанні цих препаратів – до 8,25.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Андрійчук В.Г. Економіка аграрних підприємств: підруч. Вид. 2-ге, переробл. і допов. Київ, 2004. 624 с.
2. Динаміка продуктивності бобово-злакових травостоїв залежно від удобрення/ М.І. Бахмат та ін. *Зб. наук. праць ПДАТУ*. 2007. № 15. С. 8–10.
3. Брошак І.С., Сенік І.І. Особливості формування люцерново-злакового агрофітоценозу залежно від технологічних прийомів вирощування. *Передгірне та гірське землеробство і тваринництво*. 2015. № 58. Ч. 1. С. 8–12.
4. Вплив технологічних прийомів вирощування на динаміку ботанічного та видового складу люцерново-злакового агрофітоценозу протягом вегетаційного періоду/ В.С. Глова та ін. *Науковий вісник Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнології ім. С.З. Гжицького*. 2015. Т. 17, № 3 (63) С. 139–144.
5. Демидась Г.І., Демцюра Ю.В. Формування щільності сіяних агрофітоценозів залежно від видового складу багаторічних трав та рівня їх удобрення. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2016. № 1. С. 45–47.
6. Дєдов О. В. Біоенергетична оцінка технології створення різночасно досягаючих травостоїв для конвеєрного виробництва кормів. *Корми і кормовиробництво. Аграрна наука*. 1998. № 41. С. 24–27.
7. Вплив способів сівби та просторового розміщення компонентів на хімічний склад фітомаси двохкомпонентних люцерно-злакових сумішок в умовах Лісо-степу Правобережного/ К.П. Ковтун та ін. *Корми і кормовиробництво*. 2018. № 85. С. 94–100.

8. Вплив передпосівної обробки насіння бобового компонента на щільність пагонів люцерново-злакового агрофітоценозу/ К.П. Ковтун та ін. *Збірник наукових праць ПДАТУ. Сільськогосподарські науки*. 2017. № 26. ч. 1. С. 80–86.
 9. Медведовський О. К., Іваненко, П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. Навч. посіб. Київ, 1988. 205 с.
 10. Сенік І.І. Кормова продуктивність озимих кормових агрофітоценозів залежно від елементів технології вирощування. *Подільський вісник*. 2019. № 32. С. 68–72.
-