

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР В УКРАЇНІ

В.П. Ландін¹, В.В. Мороз², В.А. Захарчук³, О.М. Руденко⁴

Розглянуто еколого-економічні перспективи розвитку біоенергетики в Україні. Доведено, що фітоенергетика є перспективним шляхом вирішення проблем, пов'язаних з енергетичною кризою. Україна має значний потенціал для створення плантацій енергетичних культур, зважаючи на те, що 2 млн га земель вилучено із сільськогосподарського користування. Серед широкого спектра деревних порід на Поліссі та Лісостепу України високопродуктивною є верба прутувидна (*Salix viminalis*). У степовій зоні України на біопаливо доцільно використовувати солому зернових культур та відходи рослинницької продукції.

Наведено практичні аспекти вирощування сільськогосподарських енергетичних культур, створення плантацій із швидкоростучих деревних порід, зокрема верби прутувидної (*Salix viminalis*).

Ключові слова: енергетичний потенціал, біомаса, плантації, швидко ростучі лісові породи, верба прутувидна.

Екологічна стабільність кожної країни залежить від трьох факторів: виробництва енергії, розвитку економіки та екологічної рівноваги. Упродовж останніх десятиліть людство дедалі частіше переймається проблемами енергетичної незалежності глобалізованого світу. Зміна клімату, високі ціни на нафтопродукти, прагнення країн до енергетичної незалежності, вичерпність природних енергетичних ресурсів, вимоги щодо скорочення емісії парникових газів для виконання зобов'язань за Кіотським протоколом, зумовлюють потребу розглядати біопаливо як альтернативне джерело енергії.

Інтенсивне споживання природних енергоносіїв призвело до порушення рівноваги біосфери, що руйнує екосистему і створює загрозу вищим формам життя. У сучасних умовах розвитку суспільства серед основних споживачів теплової енергії є житлово-комунальний сектор (44 %), промисловість (35 %) та інші галузі економіки, що споживають близько 21 % тепла [9]. За прогнозами футурологів, до 2040 р. запаси нафти будуть майже вичерпані, до 2060 р. – запаси газу, а до 2200 р. – кам'яного вугілля [8, 12].

За даними Світового банку та Інституту світових ресурсів [6], на створення продукту бруutto, що припадає на одну особу, різні країни світу витрачають різну кількість енергії (рис. 1).

Європейський Союз виступив з ініціативою прискорення розвитку нетрадиційних джерел енергії та прийняв низку обов'язкових до виконання рішень з цього питання. Аби стати членом європейської спільноти, Україна стоїть перед проблемою, пов'язаною з енергозабезпеченням. Нині гостро постало питання пошуку альтернативних джерел енергії, особливо зважаючи на тенденцію постійного збільшення в Україні вартості нафти і природного газу. З огляду на це, група українських учених розробила програму "Енергетична стратегія України

¹ проф. В.П. Ландін, д-р с.-г. наук – Інститут агроекології і природокористування НААН;

² доц. В.В. Мороз, канд. с.-г. наук – Інститут сільського господарства Карпатського регіону НААН;

³ здобувач В.А. Захарчук – Інститут агроекології і природокористування НААН;

⁴ наук. співроб. О.М. Руденко – Інститут агроекології і природокористування НААН

на період до 2030 р. і подальшої перспективи", у якій передбачена частка біомаси в ЗСПЕ (загальне споживання первинних енергоносіїв) 7,8 % (6,3 млн т.у.п.) у 2020 р. і 12,6 % (9,2 млн т.у.п.) у 2030 р. [3].

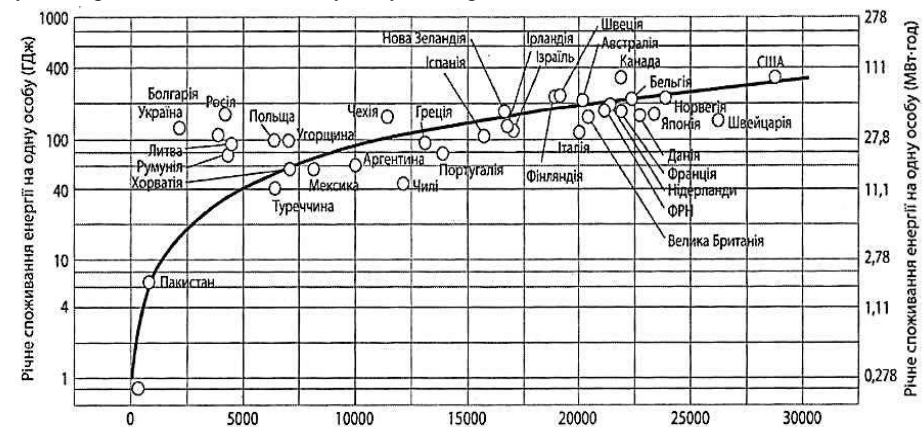


Рис. 1. Національний продукт на одну особу (в дол. США) [6]

У розвинених країнах Євросоюзу, таких як Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща і Швеція, стрімкого розвитку набуває плантаційне лісорозведення. У Німеччині й Данії закладають великі плантації китайської тростини, яка вже через кілька років дає 30-40 т сухої біомаси на гектар, тобто стільки скільки дають тропічні плантації. Перевагою китайської тростини є біомаса листя, що опадає восени й удобрює ґрунт, що дає змогу не застосовувати мінеральні добрива [4]. У лісах Німеччини щорічний приріст деревини становить 10-15 т/га із енергоємністю 150-225 ГДж/га (42-63 МВт×год/га). Якщо 3/4 цієї кількості використовують для виробництва ділової деревини, то наявні відходи містять 40-60 ГДж/га енергії (11-16 МВт×год/га) [3].

Найбільшим потенційним джерелом відновлювальної енергії у Польщі також є біомаса. Хвойні ліси Польщі "виробляють" близько 4,5 т сухої біомаси на гектар, енергетичні плантації спеціальних видів верби (найбільший приріст дають польські або данські види) та тополі – 12-18 т/га щорічно. Приблизний енергетичний потенціал біомаси у перерахунку на мільйони тонн якісного вугілля (млн т.у.п.) подано у табл. 1 [4].

Табл. 1. Енергетичний потенціал біомаси у перерахунку на млн т.у.п. вугілля

Сировина	Кількість (млн т.у.п.)
Солома	20
Відходи лісництва	1,5
Відходи деревообробної промисловості	2
Біогаз	5
Енергетичні плантації	1-5
Рідке паливо (ріпакова олія і спирт)	0,3-1

Як свідчать наведені дані, основну частину енергетичного потенціалу становлять відходи сільського господарства (солома, стебла, лушпиння та т. ін.).

Верхня теплотворна здатність соломи (суха речовина) становить 4,9 кВт×год/кг, нижня теплотворна здатність – 4,1 кВт×год/кг (за вологості 15 %). Кількість енергії в 1 м³ ущільненої пакованої соломи – 500 кВт×год [3].

Серед швидкорослих рослин на біопаливо використовують: **топінамбур (*Helianthus tuberosus*)**, його вирощують завдяки надземній частині, а також бульбам. Висушені надземні частини топінамбура можна безпосередньо спалювати або переробляти на брикети або пелети, а бульби використовують для виробництва біоетанолу; **троянда багатоквіткова (*Rosa multiflora*)** – характерною рисою рослини є дуже швидке відростання біомаси за рік, залежно від ґрунтових умов з 1 га збирають 10-20 т за рік. У Західній Європі для рекултивациї територій, схильних до вітрової та водної ерозії використовують: **гірчак сахалінський (*Polygonum sachalinense*)**, **міскантуси (слоняча трава)**, які відрізняються значним приростом біомаси. У нашому кліматі як енергетичну культуру доцільно вирощувати два види міскантусів: міскантус китайський (*Miscanthus sinensis gigantea*) та міскантус цукровий (*Miscanthus sacchariflorus*). **Спартина периста (*Spartina pectinata*)** в умовах України може давати біомасу до 30 т/га, також значну біомасу дають сорго, цукровий очерет, румекс та ін. Основною перевагою цих видів є короткий період вирощування [2].

У табл. 2 наведено енергетичну ефективність трьох видів енергетичних культур, що використовують для виробництва твердого палива [1, 3].

Табл. 2. Енергетична ефективність трьох видів енергетичних культур, що використовуються для виробництва твердого палива [3]

Вид	Врожайність, т/га/рік	Теплотворна здатність, ГДж/сухої т	Енергетичний вихід, ГДж/га/рік
Верба	15-30	16	185-240
Міскантус	20	17	340
Сорго	25	18	450

Примітка: приріст верби становить 2-3 м на рік (2-3 см на день у літній період). Збір врожаю кожні 3 роки.

Швидкоростучими лісовими породами, які пропонують для плантаційного лісорозведення в Україні, є: сосна звичайна (*Pinus silvestris* L.), псевдотсуга Мензіса, дугласія (*Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) Franco), **модрина** європейська (*Larix europea* DC), модрина японська (*Larix leptolepis* Goe.), **ялина** європейська (*Picea abies* L.), тополя берлінська (*Populus berolinensis* Dipp.), **дуб червоний** (*Quercus rubra* L.), тополя чорна (*Populus nigra* L.), тополя пірамідальна (*Populus pyramidalis* Roz.), тополя канадська (*Populus deltoids* Mar.), **тополя біла (*Populus alba* L.)**, тополя тремтлива, **осика (*Populus tremula* L.)**, **вільха чорна (*Alnus glutinosa* (L.) Gaerth.)**, робінія псевдоакація (*Robinia pseudoacacia* L.), горіх чорний (*Juglans nigra* L.), верба прутувидна (*Salix viminalis*), **верба козяча (*Salix caprea*)**, **верба тритичинкова**, білоліз (*Salix triandra* L.) та ін. [5, 7, 10].

Найбільш перспективними породами лісівники вважають горіх чорний, дугласію, модрина європейську і японську та гібриди модрина. Горіх чорний у деяких країнах вважають найприбутковішою лісовою культурою. У сприятливих умовах в Україні у віці 60 років горіх досягає 30-метрової висоти. У стиг-

лих насадженнях запас деревини в горішниках становить 450-500 і навіть 600 м³, тоді як дуб в аналогічних умовах дає на 100-200 м³ менше. Вихід ділової деревини у горіха значно більший, ніж у дубових деревостанах. Гібриди модрина відзначаються високою інтенсивністю росту і досягають Іа-Іб класів бонітету. Загальний запас тільки стовбурної деревини за період лісовирощування (51-60 років) перевищує 1,4 тис. м³/га [10].

Щільність сухої деревини змінюється від 800 кг/м³ – для твердих листяних порід (наприклад бук) до 600 кг/м³ – для хвойних порід (сосна). Енергоємність за вологості 20 % становить 4,2 кВт×год/кг (нижня теплотворна здатність), тому для бука і сосни енергоємність становить відповідно 3400 і 2500 кВт/м³ [3].

Нині практично загалом світі поширене вирощування вербових плантацій. Серед "енергетичних верб" найбільш перспективні – чагарникові верби. Верба є мало вимоглива до родючості ґрунту, що уможливило її використання на непридатних для сільського господарства землях, характеризується високою стійкістю до кліматичних умов, хвороб і шкідників, а також можливістю вегетативного розмноження (живцювання) [1, 11]. Окрім цього, верби в 14 разів мають більший приріст фітомаси, ніж інші деревні породи, що дає змогу з 1 га плантації щороку отримувати 30-40 т деревної маси протягом 25-30 років. Один гектар вербової плантації дає 185 ГДж енергії на рік, що еквівалентно 5,16 тис. м³ природного газу (NCV=35,88 ГДж/кг).

За підрахунками науковців Національного університету водного господарства і природокористування України [11], отримані з плантації 10-12 т сухої речовини прирівнюються до еквівалента 5 тис. л нафти. Витрати на створення й утримання 1 га енергетичної плантації чагарникових верб станом на становить 29,9 тис. грн. Внаслідок понесених витрат є змога отримувати врожай близько 22 т/га сухої речовини щотри роки впродовж 25-30 років. З живців одного гектара плантації є можливість отримати садивний матеріал на 5-7 га майбутніх енергетичних плантацій. Отримані з плантації 10-12 т сухої речовини прирівнюються до 5 тис. л нафти.

Проаналізувавши отримані дані, можна зробити висновок, що за три роки з плантації буде отримано стільки верби (22 т), що відповідатиме 10 тис. л нафти. Нині 1 американський барель нафти (1 барель = 42 галона ≈ 158,988 л) коштує в межах 50 дол. США, тому 10 тис. л нафти в національній валюті коштує 78,62 тис. грн. Отже, вирощений 1 га плантації за вартості 29,9 тис. грн дає змогу заощадити 48,7 тис. грн державного бюджету [11].

За даними вчених університету штату Нью-Йорк, штучні верби поглинають у 10-15 разів більше діоксиду вуглецю, ніж дикорослі породи дерев. На початку нового тисячоліття врожайність верби довели до 30 т/га. Нині досвід "вербової енергетики" має Норвегія, Данія, Німеччина, Австрія, Польща, однак найбільші плантації верби знаходяться у Швеції (20 тис. га). Плантація верби дає не тільки енергетичну деревину, але й корм для тваринницьких господарств, які, своєю чергою, забезпечують плантації добривами, потрібними для підвищення врожайності.

Вирощування верби для енергетичних цілей виправдовує себе ще й тому, що її тепловіддача є більшою, ніж інших видів палива. Зокрема, тепловіддача

верби становить 16 МДж/кг, а сосни – 13,8 МДж/кг. Теплотворність брикетів з верби становить 24–32 МДж/кг, що є в 1,5–2,0 рази вищою від показника інших деревних породи. Така відмінність пов'язана з тим, що під час спалювання дров велика кількість тепла витрачається на випаровування води, що міститься в них. Адже, звичайна вологість дров становить 18–20 %, а паливних брикетів не перевищує 7–8 %. Звичайно, тепловіддача викопного палива вища: антрациту – 30 МДж/кг, бурого вугілля – 10–20 МДж/кг, природного газу – 32 МДж/кг. Одна тонна сухої верби здатна замінити за теплотворною здатністю 1,13 т дуба, 1,16 т сосни, 0,8 т бурого вугілля, 0,5 тис. м³ природного газу. Якщо замінити зазначені види палива на суху вербу, то можна стверджувати про економію: на бурому і кам'яному вугіллі – 390 грн, на мазуті – 851 грн, на природному газі – 102 дол. США [10, 11].

За даними Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків серед різновидів верби (*Salix L.*) найбільш продуктивною виявилась верба прутувидна (*Salix viminalis*) (рис. 2) [1, 8].

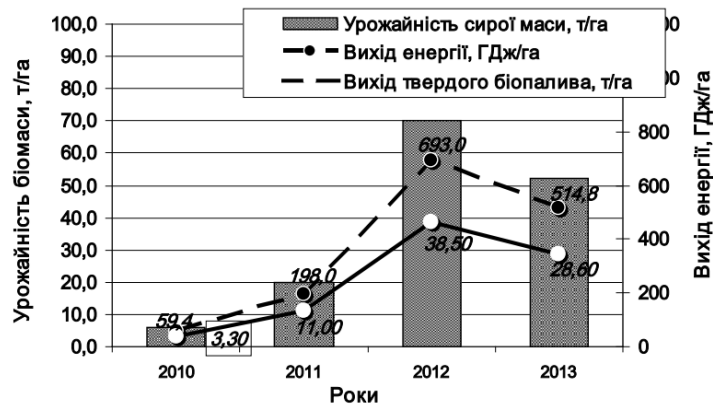


Рис. 2. Продуктивність, вихід енергії та біопалива на основі фітомаси енергетичної прутувидної верби (середнє за 2012–2013 рр.) [8]

Урожайність вказаної верби третього року вегетації, порівняно з першим роком, збільшилася у 10 разів. Приріст біомаси на четвертий рік вегетації збільшився завдяки розгалуженню пагонів. Найкращий розвиток верба прутувидна має на перезволожених ґрунтах, де кислотність ґрунту становить 5,5–7,5 рН [8].

Унаслідок діяльності людини, пов'язаної, передусім, зі спалюванням викопного палива і вирубуванням лісових насаджень на планеті, в атмосфері збільшується концентрація парникових газів. До основних антропогенних джерел парникового ефекту належать: енергетика, транспорт, скорочення площ лісових екосистем і сільське господарство. Близько 60 % всіх парникових газів емітуються внаслідок спалювання викопного палива у двигунах внутрішнього згорання і, здебільшого, для виробництва теплової та електричної енергії. Це діоксид вуглецю, метан, оксиди азоту. Нагромадження парникових газів в атмосфері порушує природний температурний баланс на планеті і спричиняє загальне потепління та зміну клімату. Переваги використання деревини як біопалива

полягають у низькому вмісті забруднювальних речовин порівняно з нафтою і вугіллям. Під час спалювання біомаси за оптимальних режимів викиди оксидів азоту і сірки в атмосферу становитимуть 10 % від загальної кількості оксидів, що утворюються від спалювання нафти. В Україні більше 2 млн га земель вилучено із сільськогосподарського користування, саме їх можна використати для вирощування біоенергетичних культур, що дасть змогу частково забезпечити енергетичні потреби держави.

Висновки. Фітоенергетика є перспективним шляхом вирішення проблем, пов'язаних з енергетичною кризою. Платанційне лісорозведення у розвинених країнах набуло стрімкого розвитку. Україна має значний потенціал для створення плантацій для енергетичних культур, зважаючи на те, що 2 млн га земель вилучено із сільськогосподарського користування. Серед широкого спектра різних деревних порід високопродуктивною є верба прутувидна (*Salix viminalis*), яку економічно вигідно і доцільно вирощувати на Поліссі та Лісостепу України. У степовій зоні України на біопаливо доцільно використовувати соломку зернових культур та відходи рослинницької продукції.

Література

1. Аграрний тиждень. Всеукраїнський діловий журнал. – К. : Вид-во "АВД-ВІПРО". – 2014. – № 16(289). – 75 с.
2. Агросектор. Журнал сучасного господарства. – 2008. – № 3(28). [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://journal.agrosector.com.ua/archive/26/430>.
3. Берташ Б.М. Все про біомасу : наук.-попул. вид. – Рівені : Вид-во "Рівенський центр маркетингових досліджень", 2011. – 36 с.
4. Даковські М. Про енергетику для споживачів та скептиків / М. Даковські, С.К. Вячківські. – Львів : Вид-во ЕКОінформ, 2007. – 212 с.
5. Дебринок Ю.М. Концептуальні засади плантаційного лісовирощування в Україні / Ю.М. Дебринок // Наукові праці Лісівничої академії наук України : зб. наук. праць. – Львів : РВВ НЛТУ України. – 2013. – Вип. 11. – С. 25–33.
6. Денис О.Б. Будинки "нуль" енергії...тому що Земля і Сонце не виставляють рахунків: зб. статей / О.Б. Денис. – Львів : Вид-во ЕКОінформ, 2009. – Вид. 4-те, [перероб. та доп.]. – 336 с.
7. Кулакевич Л.В. Енергетичні рослини: бібліографічний покажчик / Л.В. Кулакевич, О.А. Шевчук, Н.Г. Дудкевич. – Вінниця : Вид-во ВНАУ. – 2011. – 27 с.
8. Кунцьо І.О. Вирощування енергетичної верби як сировини для виробництва твердих видів біопалива в умовах Лісостепу України / І.О. Кунцьо, Я.М. Гументик // Наукові праці ін-ту біоенергетичних культур і цукрових буряків : зб. наук. праць. – К. : ФОП Д.Ю. Корзун. – 2013. – Вип. 19. – С. 59–62.
9. Олійник Е. Европейский опыт использования древесины для теплоснабжения / Е. Олійник // Коммунальное хозяйство : сб. науч. тр. – 2008. – № 2(10). – С. 30–33.
10. Прес-служба. Тернопільське обласне управління лісового та мисливського господарства, 2013. [Електронний ресурс]. – Доступний з <http://www.temopilliss.te.ua/news/advertisements/602>.
11. Якимчук А.Ю. Економічне обґрунтування проектів щодо вирощування верби біоенергетичної / А.Ю. Якимчук // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування : зб. наук. праць. – Рівне : Вид-во НУВГП. – 2011. – Вип. 2 (54). – С. 232–237.
12. Ciechanowicz W. Energia, Srodowisko i Ekonomia / W. Ciechanowicz. – Warszawa : Inst. Badan Systemowych PAN. – 1997. – Wyd. 5. – Pp. 132–146.
13. Kucowski J. Energetyka a ochrona srodowiska / J. Kucowski, D. Laudin, M. Przekwas. – Warszawa : Wydawnictwo WNT. – 1997. – Wyd. 4. – Pp. 35–41.

Надійшла до редакції 21.09.2016 р.

Ландин В.П., Мороз В.В., Захарчук В.А., Руденко А.Н. Перспективи використання біоенергетических культур в Україні

Рассмотрены эколого-экономические перспективы развития биоэнергетики в Украине. Доказано, что фитоэнергетика является перспективным путем решения проблем, связанных с энергетическим кризисом. Украина имеет значительный потенциал для создания плантаций энергетических культур, ввиду того, что 2 млн га земель изъято из сельскохозяйственного пользования. Среди широкого спектра древесных пород на Полесье и Лесостепи Украины высокопроизводительной является ива прутовидная (*Salix viminalis*). В степной зоне Украины на биотопливо целесообразно использовать солому зерновых культур и отходы растениеводческой продукции.

Приведены практические аспекты выращивания сельскохозяйственных энергетических культур, создание плантаций из быстрорастущих древесных пород, в частности ивы прутовидной (*Salix viminalis*).

Ключевые слова: энергетический потенциал, биомасса, плантации, быстрорастущие лесные породы, ива прутовидная.

Lundin V.P., Moroz V.V., Zaharchuk V.A., Rudenko A.N. Some Prospects for the Use of Bioenergy Crops in Ukraine

The article deals with ecological and economic prospects of bioenergy development in Ukraine. It is proved that Fitoenergetik is a promising way to solve the problems associated with energy crisis. Ukraine has significant potential to create plantations for energy crops in view of the fact that 2 million hectares of land taken out of agricultural use. Among the wide range of tree species in Polesie and forest-steppe of Ukraine is high willow (*Salix viminalis*). In the steppe zone of Ukraine for biofuels should be used straw cereals and waste plant products. Some practical aspects of agricultural cultivation of energy crops, establishment of plantations of fast-growing tree species, such as willow (*Salix viminalis*) are highlighted.

Keywords: energy potential of biomass plantations, fast-growing forest species, *Salix viminalis*.

УДК 631.8.022.3

**ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ ЛЮЦЕРНИ
ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМ УДОБРЕННЯ ТА
ЗАСТОСУВАННЯ БАКТЕРІАЛЬНИХ ПРЕПАРАТІВ**

В.П. Лукашук¹

Наведено енергетичну та економічну оцінку застосування біопрепарату № 1 на основі штаму *S. Meliloti* T-17 та біопрепарату № 2 на основі виробничого штаму 425 А під час вирощування люцерни за різних умов мінерального живлення. Встановлено, що найвищі показники виходу обмінної енергії та коефіцієнта енергетичної ефективності отримано на неудобрених ділянках. Це можна пояснити високою урожайністю люцерни на цих ділянках, оскільки передпосівне оброблення насіння бактеріальними препаратами дає змогу істотно посилити процеси азотфіксації, що в подальшому призводить до підвищення її урожайності і відповідно виходу обмінної енергії. Внесення мінеральних добрив, особливо азотних, знижувало ефективність застосування бактеріальних препаратів. Доведено, що оброблення мікробними біопрепаратами насіння люцерни перед посівом є економічно виправданим, оскільки затрати на її проведення є невисокими (до 30-35 грн/га), тоді як прибуток від їхнього застосування за більшості варіантів досліду становив понад 400-500 грн/га. З'ясовано, що для збільшення виходу обмінної енергії та удешевлення отриманої рослинницької продукції під час посіву люцерни доцільно проводити передпосівну інокуляцію насіння бактеріальним препаратом № 1 на основі штаму *S. Meliloti* T-17.

¹ наук. співроб. В.П. Лукашук – Інститут водних проблем і меліорації

Ключові слова: люцерна, бактеріальні препарати, інокуляція насіння, система удобрення, енергетична оцінка, економічна оцінка.

Постановка проблеми. Враховуючи розбалансованість кредитно-фінансової системи нашої держави, високі ціни основних та оборотних засобів виробництва та низьку вартість продукції рослинництва і тваринництва за зростаючих виробничих витрат актуальним є розроблення енергоощадних технологій вирощування сільськогосподарських культур [1]. Для підвищення ефективності використання техніки, енергетичних ресурсів, добрив інших засобів потрібно здійснювати облік енергії, нагромадженої врожаєм сільськогосподарських культур та загальних (сукупних) витрат енергії, використаної для виробництва [2, 3].

В умовах переходу сільськогосподарського виробництва до ринкових відносин, позначених загостренням екологічних проблем в зоні осушуваних меліорацій, дедалі більшого значення набуває економічна оцінка розроблюваних агрозаходів вирощування сільськогосподарських культур. Ефективність виробництва – складна економічна категорія, яка є відображенням результативності та мети виробництва. Вона вказує на кінцевий корисний ефект від застосування тих чи інших заходів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Комплексна енергетична оцінка технологій доповнює їхню вартісну оцінку і спрямована на ефективніше використання засобів виробництва. Але стосовно осушуваних ґрунтів є своя специфіка. Енергетичні витрати пов'язані з культурно-технічними заходами, меліорацією, за створення сіяного травостою повинні розподілятися на ряд років залежно від нормативів на меліорацію, післядію основного удобрення, продуктивного довголіття травостою [4]. Енергетична оцінка технологій зводиться до визначення сукупності енергоємності технологій та енергетичної ціни виробленої продукції [5].

На сьогодні розрахунки економічної ефективності є загальноприйнятими в оцінюванні системи вирощування сільськогосподарських культур [6, 7]. З цією метою широко використовують як натуральні, так і вартісні показники виходу продукції з урахуванням її якості, які є вихідними для визначення економічної ефективності. Найважливішим з них є врожайність. Але в одному центнері корму різних культур міститься неоднакова кількість поживних речовин. Тому, більш об'єктивною економічною оцінкою кормових культур є вихід кормових одиниць і перетравного протеїну з одиниці площі [8, 9].

Мета дослідження – довести, що застосування інокуляції насіння люцерни бактеріальними препаратами з енергетичного та економічного погляду є ефективнішим порівняно із внесенням як азотного, так і повного мінерального удобрення.

Завдання дослідження – дати біоенергетичну та економічну оцінку застосування біопрепаратів під час вирощування люцерни за різних умов мінерального живлення; застосовуючи енергетичні та економічні показники виявити ефективність застосування препарату № 1 на основі штаму *S. Meliloti* T-17 та препарату № 2 на основі виробничого штаму 425 А при інокуляції насіння люцерни.

Матеріали і методи дослідження. Економічну ефективність вирощування багаторічних трав розраховували згідно із загальними виробничими нормами та