

УДК 330. 131. 5: 620. 95

JEL Classification: Q 42

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИРОБНИЦТВА ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА ПРИКЛАДІ ВЕРБИ

Боярчук В.М., к.т.н., професор

Станько Т.М., аспірант

Львівський національний аграрний університет

Анотація. Предметом даної роботи є оцінка ефективності виробництва енергетичних культур на прикладі верби. Метою є розробка методики оцінки ефективності виробництва енергетичних культур. У статті використані такі методи як порівняння, аналіз та синтез.

У роботі запропоновано оцінювати ефективність виробництва енергетичних культур за п'ятьма критеріями: енергетичним, економічним, екологічним, технологічним, соціальним, політичним. Розглянуто ефективність як основну категорію, що відображає результат виробництва біопалива, перераховано основні показники, критерії оцінки ефективності вирощування верби. Наведено схему трансформації різних видів енергії, що задіяні у процесі вирощування енергетичних культур. Визначено середній вихід маси верби при оптимальних умовах вирощування з дотриманням усіх агротехнічних вимог. Проведено порівняння енергетичних витрат та енергетичної вартості урожаю верби та розраховано показник енергетичної ефективності. Наведено структуру витрат на виробництво верби відповідно до технологічних операцій. Здійснено короткий аналіз економічної ефективності, розраховано собівартість одиниці продукції, виручку від реалізації та відповідно приблизний прибуток, який може отримати інвестор, вклавши кошти у такий проект. Особлива увага звертається на вирощування верби на різних типах ґрунтів та з різним рівнем забруднювальних шкідливих речовин та викиди в атмосферу у процесі вирощування та спалювання верби енергетичної. Визначено соціальні та політичні переваги від вирощування верби, які можуть проявитися у найближчій перспективі.

Результати досліджень можуть лягти в основу розробки та реалізації проекту з вирощування енергетичної верби. У результаті проведеного дослідження, зроблено висновки щодо доцільності вирощування верби з точки зору енергетичної, економічної, екологічної, соціальної та політичної ефективності.

Ключові слова: енергетична верба, біопаливо, енергозалежність, ефективність, енергетичні витрати, енергетична вартість урожаю, коефіцієнт енергетичної ефективності, вихід свіжої біомаси, вплив на ґрунт, викиди в атмосферу, період експлуатації, вихід сухої маси, собівартість, прибуток.

MULTICRITERIA ESTIMATION OF THE EFFICIENCY OF PRODUCTION OF ENERGY CROPS FOR EXAMPLE WILLOW

Vitaliy Boyarchuk, PhD in Technique, Professor

Tetyana Stańko, Post-graduate

Lviv National Agrarian University

Summary. The subject of this work is the evaluation of production efficiency of energy crops on willow example. The goal is to develop methods for the efficiency assessment of energy crops production. The article use such methods as comparison, analysis and synthesis. The paper proposes to evaluate the effectiveness of energy crops production on five criteria: energy, economic, environmental, technological, social, political. The paper considers the efficiency as the main category that reflects the result of the operation of energy plantations and processing willow for biofuels. There are the basic parameters and criteria for evaluating the effectiveness of willow cultivation. A scheme of the transformation of various forms of energy is shown that are involved in the process of growing energy crops. It is determined the average mass willows under optimal growing conditions in compliance with all agro-technical requirements. A comparison of energy costs and energy value of the willow crops and the calculated indicator of energy efficiency are pointed. The structure of willow production costs according to technological operations is shown. There are carried out a brief cost-benefit analysis, calculated the unit cost of production, revenue from sales and consequently the estimated revenue that can obtain an investor by investing in such a project. Special attention is paid to the cultivation of willow on various soil types and with different level of pollution of harmful substances and emissions into the atmosphere in the process of growing and burning willow. It is defined the social and political benefits of growing willow, which can occur in the short term.

The research results can form the basis for the development and implementation the project on the cultivation of energy willow. As a result of conducted research, the conclusions about the feasibility of growing willows from the point of view of energy, economic, environmental, social, and political efficiency are done.

Keywords: power willow, biopropellant, energy dependence, efficiency, power charges, power cost of harvest, coefficient of power efficiency, output of fresh biomass, influence, on soil, extrass in an atmosphere, period of exploitation, output of dry mass, prime price, income.

Постановка проблеми. Залежність нашої держави від зовнішніх поставок паливно-енергетичних ресурсів є на сьогоднішній день актуальним питанням, і створює загрози як в енергетичній, так і в політичній сферах. Така ситуація зумовлює потребу у використанні відновлювальних або ж невичерпних альтернативних джерел енергії. У багатьох країнах Європи вже давно займаються вирощуванням енергетичних культур, які в кінцевому результаті використовуються для виробництва твердого біопалива. Значний потенціал площі земель не сільськогосподарського призначення та сприятливий клімат України створюють сприятливі умови та дозволяють найкращим чином вирощувати швидкоростучу енергетичну вербу. Проте для отримання достовірної інформації щодо перспективності та безпечності виробництва твердого біопалива з енергетичної верби, необхідно провести комплексний аналіз та оцінити ефективність за наступними критеріями: енергетичним, економічним, технологічним, екологічним, соціальним та політичним.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Вивчення потенціалу підвидів і гібридів верби, тополі, ліщини та інших деревних насаджень активно проводиться у ряді зарубіжних країн. Одним із напрямів, є вирощування спеціальних порід швидкоростучої верби, що дозволяє отримувати деревину, яка може бути використана як джерело енергії на 3-4 рік після посадки плантації [1].

В умовах Швеції проводились дослідження з оцінки собівартості біопалива, отриманого на основі ряду енергетичних культур. Вартість продукції визначалась на основі декількох ключових аспектів: безпосередньо собівартість виробництва, оплата за землю та оцінка потенційного ризику. Оплата за землю оцінювалась з можливістю її використання для виробництва зернових культур. Розрахунки проводились як для сучасного моменту, так і на перспективу на 10-20 років. Плантації верби за останні роки активно запроваджуються в Польщі. Красуска і Розенквіст вивчали економічні аспекти використання верби, міскантусу і триткале на енергетичні цілі [2]. Поряд із забезпеченням енергетичного сектору біопаливом, плантації верби використовуються як ефективний метод екологічного менеджменту в екосистемах. Так, використання потенціалу швидкоростучих підвидів верби в якості вегетативних фільтрів для часткової утилізації викидних стічних вод було вивчено в умовах Швеції. Експерименти показали високу ефективність таких посадок особливо для утилізації азоту і фосфору, які є основними біогенними забруднювачами водойм. У ряді експериментів вивчався потенціал вербових посадок для утилізації гнійних стоків і грязьових осадів з полів фільтрації, очисних споруд і біологічних ставків. Дослідження підтвердили можливість вирощування верби на ділянках, забруднених важкими металами [3]. Експерименти з використанням плантацій верби для реабілітації вироблених торфовищ проводились в Канаді і США. Результати показали, що вербові плантації можуть успішно проростати на таких ділянках. Потенційна можливість вирощування верби на забруднених радіонуклідами землях підтверджується даними шведських дослідників [4].

Серед вітчизняних вчених проблемами вирощування та використання енергетичної верби займалися Кунцьо І.О., Гументик Я.М., Якимчук А.Ю., Курило В.І., Журба Г.І., Щербина О.М., Гелетуха Г.Г., Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М., Перебора С.В., Соловій І.П., та ін.[5, 6, 7, 8, 9, 10].

Невирішені складові загальної проблеми. Оцінка ефективності виробництва лише за вартісним показником є недостатньою. Тому важливим завданням є розробка критеріїв, за допомогою яких можна всесторонньо оцінювати народногосподарське значення енергетичних культур, в тому числі і верби. Також одним із важливих елементів проблеми, пов'язаної з вирощуванням енергетичної верби є державна політика щодо стимулювання фермерських господарств впроваджувати енергозберігаючі проекти такого типу.

Формулювання цілей статті. Ключовою ціллю дослідження є оцінка ефективності виробництва верби в якості біопалива.

Виклад основного матеріалу дослідження. Ефективність є складною категорією, що відображає результативність конкретного процесу, проекту, і визначається відношенням корисного ефекту до витрат, які забезпечили його отримання. Багатогранність даної категорії зумовлює вивчення різних видів ефективності, які дають можливість здійснити детальний аналіз виробництва продукції. Проте оцінка ефективності за одним критерієм є недостатньою, тому необхідно проводити комплексний аналіз, для того, щоб отримати реальні дані про об'єкт дослідження, запобігти ризикам, які можуть

виникнути у перспективі. Пропонуємо визначати ефективність виробництва енергетичних культур за п'ятьма критеріями: технологічним, енергетичним, економічним, екологічним, соціальним, політичним (рис. 1).

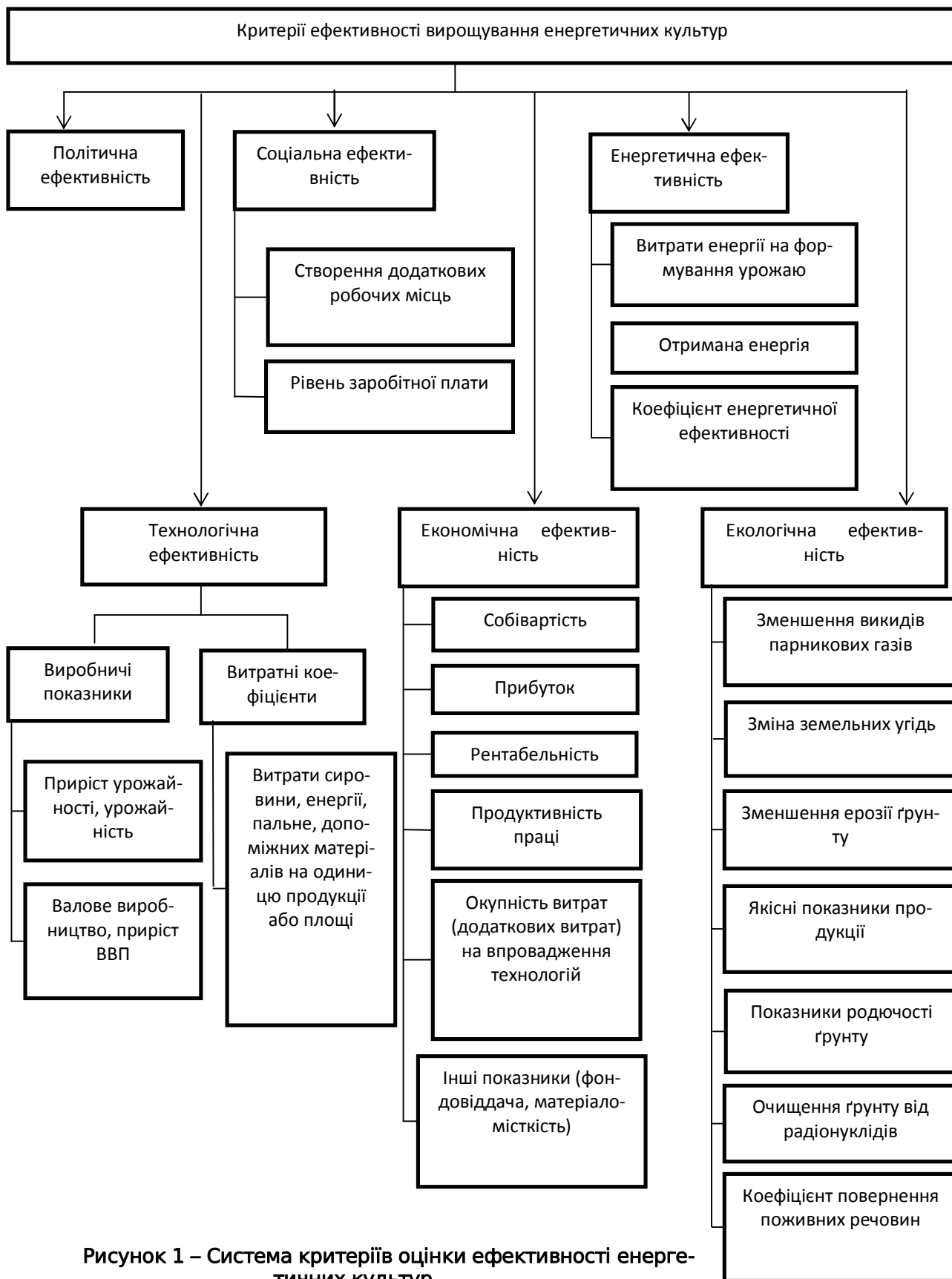


Рисунок 1 – Система критеріїв оцінки ефективності енергетичних культур

На основі запропонованого підходу нами оцінено значення кожного із критеріїв ефективності для умов виробництва верби.

Для будь-якого виробництва характерним є споживання енергії. У рослинництві, яке є галуззю сільськогосподарського виробництва здійснюються процеси перетворення сонячної радіації в енергію органічної речовини.

У процесі трансформації задіяні наступні види енергії:

- 1) поновлювана (енергія ґрунту, енергія сонця, температура ґрунту і повітря);
- 2) непоновлювальна (енергетичні ресурси – електроенергія, бензин, дизельне паливо; енергія, матеріалізована в органічних та мінеральних добривах, пестицидах; енергія, матеріалізована в саджанцях; енергія, матеріалізована в обладнанні та техніці; енергія, матеріалізована в будівлях та спорудах);
- 3) енергія живої праці.

Енергетична ефективність проявляється в отриманні максимальної кількості корисної енергії в продукті при мінімальних її затратах на виробництво.

На енергетичну ефективність сільськогосподарських культур впливають наступні чинники:

- 1) клімато-погодні умови (фотосинтезуюча активна радіація, вміст гумусу в ґрунті, кількість опадів, температура, властивості сортів, що використовуються);
- 2) стан технічного забезпечення (система обладнання і машин, технічний стан засобів виробництва, матеріально-технічне забезпечення);
- 3) технологічні фактори (система обробітку ґрунту, система удобрення, система боротьби зі шкідниками та хворобами);
- 4) організаційно-економічні фактори (організація виробництва, планування виробництва, рівень кваліфікації працівників, облік і контроль, мотивація працівників) [11].

При виробництві енергетичних культур затрачається поновлювальна, непоновлювальна та енергія живої праці (рис. 2).

Доцільність виробництва енергетичної верби можна оцінити коефіцієнтом енергетичної ефективності α :

$$\alpha = \frac{E_0}{E}, \quad (1)$$

де, E_0 – енергетична вартість вирощування врожаю, ГДж/га;

E – енергетичні витрати на вирощування верби, ГДж/га.

Нами проведено дослідження та оцінено коефіцієнт енергетичної ефективності верби для умов західних областей України. При цьому передбачалося, що в основному буде використана вітчизняна техніка та сучасні технології виробництва.

Енергетичні витрати на вирощування верби та виготовлення трісок при однорічному терміні ротації (табл. 1) дорівнюють 24,33 ГДж/га, що на 12,38 ГДж/га менше, як при дворічній ротації і на 30,56 ГДж/га менше, ніж при трирічній ротації. Проте, середньорічні енергетичні витрати є найнижчими при трирічному циклі, і становлять 18,3 ГДж/га, що на 6,03 ГДж/га менше, ніж при однорічному, і на 0,06 ГДж/га менше, ніж при дворічному циклах.

Як бачимо із розрахунків, найбільший вихід сухої маси за рік отримуємо у разі збору один раз на три роки і він становить 21,47 т/га, що на 5,40 т/га більше, ніж при дворічному циклі, і на 6,66 т/га більше, ніж при однорічному. Це є позитивною тенденцією. У зв'язку з тим, що енергетичні витрати у динаміці не значно зростають, адже найбільше витрат здійснюється на перший рік вирощування, а енергетична вартість врожаю зростає, відповідно зростає і коефіцієнт енергетичної ефективності. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності досягається у разі збору один раз на три роки і він дорівнює 22,99, що на 11,81 більше, як при однорічній, і на 6,14 більше, ніж при дворічній ротаціях. Отже, можна сказати, що збір врожаю верби один раз на три роки дає найбільший вихід сухої маси та найвищу енергетичну ефективність, порівняно з одно- і дворічним циклами [12].

Економічна ефективність показує остаточний ефект від застосування живої праці та засобів виробництва. У рослинництві це відображається як отримання максимальної кількості продукції з одиниці площі при найменших затратах живої і уречевленої праці. З метою визначення економічної ефективності оцінено витрати на виробництво верби згідно технологічних операцій (рис. 3)(ціни вказані станом на 2015 рік).

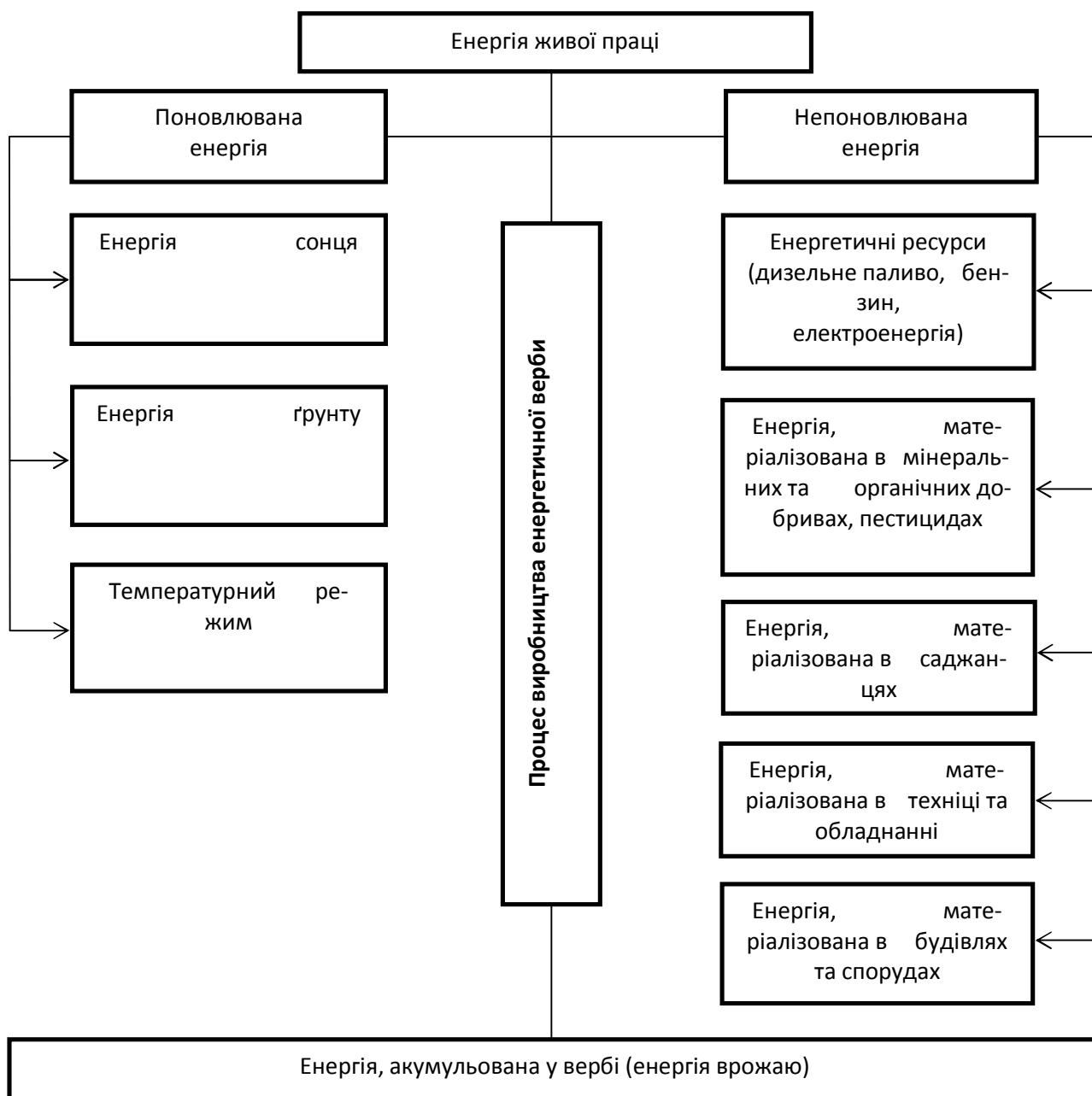


Рисунок 2 – Енергія, що трансформується у процесі вирощування енергетичних культур

Таблиця 1 – Енергетична ефективність вирощування верби

№ п/п	Елементи	Цикл виробництва		
		однорічний	дворічний	трирічний
1	Енергетичні витрати на вирощування верби та виготовлення трісок (ГДж/га)	24,33	36,71	54,89
2.	Вихід сухої маси (т/га)	14,81	32,13	64,42
3.	Вихід сухої маси (т/га) / рік	14,81	16,07	21,47
4	Енергетична вартість урожаю (ГДж/га)	271,89	618,44	1261,69
5	Енергетична ефективність	11,18	16,85	22,99
6	Середньорічні енергетичні витрати (ГДж/га)	24,33	18,36	18,3
7	Енергетична вартість урожаю з гектара за рік (вихід урожаю (ГДж/га))	271,89	309,22	420,56



Рисунок 3 – Структура витрат на виробництво верби енергетичної за видами робіт

Найбільшу питому вагу у структурі затрат займає збір верби – 52,04%. Це пов'язано з високими витратами палива на збір та транспортування деревини. Значну частину, а саме – 25,50% у структурі витрат складають витрати на догляд насаджень та заготовку черенків. Найменшу частку у структурі займає збір маточних плантацій – 2,85%.

Економічну ефективність виробництва енергетичної верби визначаємо за допомогою таких показників як вихід біомаси, собівартість 1т продукції, прибуток з розрахунку на 1 га плантації, рівень рентабельності. На підставі існуючих технологічних карт з урахуванням природно-кліматичних умов та використання сучасної вітчизняної техніки і технологій, нами зроблена оцінка показників економічної ефективності виробництва верби в умовах західних областей України (таблиця 2).

Як видно із результатів дослідження, при виході сухої біомаси верби 30 т/га, собівартість однієї тони біомаси верби становить 318 грн./т, що на 349 грн./т менше, ніж ціна реалізації. Відповідно до цього, виручка від реалізації продукції становить 20010 грн.

Таблиця 2 – Економічна ефективність вирощування верби

№ п/п	Елементи	Збір у трирічному циклі
1	Вихід сухої біомаси (т/га)	30
2	Собівартість сухої біомаси, грн.	9537
3	Собівартість однієї тони сухої біомаси (грн./т)	318
4	Ціна реалізації продукції, грн./т	667
5	Виручка від реалізації, грн.	20010
6	Прибуток, грн.	10437
7	Рівень рентабельності, %	109,44

Отже, вкладені витрати можна покрити вже після реалізації першого врожаю верби, адже прибуток від продажу верби становить 10437 грн. з гектара, при трирічному циклі збору. Рівень рентабельності дорівнює 109,44 %, і показує скільки прибутку отримується на кожен гривню, витрачену на виробництво та реалізацію продукції.

Екологічна ефективність вирощування енергетичних культур проявляється у впливі на ґрунт та навколишнє середовище. Нами проаналізовано екологічну ефективність верби на вироблених торфовищах, землях, забруднених радіонуклідами та важкими металами, а також оцінено викиди у навколишнє середовище.

Не дивлячись на складність отримання продукції, зокрема верби на вироблених торфовищах, інтерес до них обумовлений, по-перше, великими площами таких земель, по-друге, можливістю їх рекультивувати, і по-третьому, отриманням додаткової біомаси, нехай і меншої урожайності, у порівнянні з родючими мінеральними ґрунтами. У результаті досліджень, що проводились у Міжнародному державному екологічному університеті ім. А.Д. Сахарова, встановлено, що вироблені торфовища можна ефективно використовувати для отримання деревини верби при трирічному циклі вирощування між періодами збору. Коренева система верби на вироблених торфовищах розвивається менш інтенсивно, ніж на мінеральних ґрунтах і при досягненні 3-4 м висоти рослини практично зупиняються у рості і набирають біомасу тільки за рахунок збільшення діаметру.

Раціональне використання земель, забруднених радіонуклідами в результаті аварії на ЧАЕС, також залишається серйозною екологічною та економічною проблемою. Одним із ефективних напрямків, які дозволяють не тільки використовувати забруднені радіонуклідами землі, але і отримувати з таких територій продукцію, є вирощування швидкоростучих деревних культур (верби) з наступним використанням продукції в якості біопалива на відновлювальній основі. Реалізація такої задачі можлива тільки при розробці методів, які дозволяють контролювати і при необхідності зменшувати ступінь переходу радіонуклідів у рослину. Це може бути досягнуто шляхом різноманітних агротехнічних і агрохімічних заходів.

У той же час верба може накопичувати мідь і особливо цинк. Дані елементи мають важливе значення для життєдіяльності рослин і в ряді випадків використовуються в якості мінеральних добрив. Отже, верба може успішно розвиватися на ґрунтах з невисоким вмістом міді і цинку, наприклад, на вироблених і деградованих торфовищах без додаткових підживлень.

Було встановлено, що внесення калійних добрив стимулює накопичення таких важких металів, як цинк, марганець і мідь, і не має значного впливу на надходження у вербу кадмію і свинцю. Технологія вирощування верби передбачає високі норми внесення калію. Таким чином, продуктивність верби на бідних ґрунтах з низьким вмістом мікроелементів буде стимулюватися, в той же час рослини можуть ефективно вирощуватися на землях, які характеризуються підвищеним рівнем забруднення свинцю і кадмію, наприклад, вздовж дороги чи поблизу промислових об'єктів. Отримана деревина може бути використана в якості біопалива [13].

При зборі і спалюванні деревини верби через три роки за весь період експлуатації плантації (22 роки) кількість викидів CO₂ у навколишнє середовище у розрахунок на гектар складе близько 370 тон. (або ж 16,8 тони у рік). 1га плантацій енергетичної верби поглинає з повітря понад 200т CO₂ за 3 роки (або ж 67 тон за рік). Викиди, пов'язані з використанням дизельного палива при застосуванні технології зі збирання деревини в рулони і без додаткового сушіння сумарно складуть 2,5 тони. При використанні технології прямого збору і додаткового сушіння деревини баланс викидів складе відповідно 370 тон від біопалива і близько 20 тон від використання дизельного палива.

При використанні деревини у навколишнє середовище здійснюються викиди як діоксиду сірки, так і оксиду азоту, а в той час, як при спалюванні газу або мазуту тільки один з цих компонентів. Оксиди азоту і сірки відносяться до третього класу небезпеки і приблизно співставні за ступенем шкоди для навколишнього середовища. Виходячи із представлених даних, можна зробити висновок, що верба як паливо з точки зору впливу на навколишнє середовище переважає мазут і вугілля, але поступається природному газу і дизельному паливу.

Технології енергетичного використання біомаси мають, крім економічного та екологічного, також і важливий соціальний аспект, оскільки володіють значним потенціалом для створення нових робочих місць. Так, в Австрії діяльність 10 тис. людей зв'язана з біомасою, в основному деревини. В Швеції діяльність із заготівлі, транспортування деревини і обслуговування відповідних електростанцій оцінюється в 300 місць/ТВт·год, причому у подальшому цей показник може бути збільшений ще на 200 місць/ТВт·год. У Фінляндії показник зайнятості людей в процесі енергетичного використання деревної біомаси складає 700 місць/ТВт·год. В середньому можна вважати, що 1 МВт встановленої потужності дає 1 робоче місце. Крім того, гроші, заплачені користувачами енергії, залишаються в регіоні і сприяють його розвитку, так як зменшується імпорт енергоносіїв в регіон [14].

Розрахувавши затрати праці, які йдуть на вирощування верби, ми визначили, що для нашої держави соціальна ефективність від даного проекту є наступною. В Україні

виращування енергетичної верби площею у 100 га дасть змогу забезпечити 3 робочих місця для механізаторів та 18 робочих місць інших працівників, зайнятих у процесі виращування та реалізації продукції.

Щодо політичної доцільності, то виращування енергетичних плантацій дозволить знизити енергозалежність України, а також забезпечити регіон, де виращується верба відновлювальними джерелами енергії, що в свою чергу, буде стимулом для створення нових робочих місць і, відповідно, перенаправлення коштів з імпорту дорогих енергоносіїв на внутрішній енергетичний ринок нашої держави. Це дозволить покращити інвестиційну привабливість, а також сформувати позитивний платіжний баланс, і як наслідок, посилити рівень енергетичної та економічної безпеки України в цілому.

Висновки:

1. Для оцінки ефективності виробництва верби необхідно застосовувати комплексний підхід, зокрема, оцінити критерії енергетичної, економічної, екологічної, технічної, соціальної та політичної ефективності.

2. Найвищий коефіцієнт енергетичної ефективності верби досягається у разі збору один раз на три роки і він дорівнює 22,99. Це зумовлюється тим, що енергетичні витрати у динаміці значно не зростають, адже найбільше витрат здійснюється на перший рік виращування, а енергетична вартість врожаю зростає, відповідно зростає і коефіцієнт енергетичної ефективності.

3. Економічна ефективність верби проявляється вже після збору першого врожаю. Прибуток становить 10437 грн. з гектара, оскільки собівартість продукції значно менша за виручку від реалізації.

4. За період експлуатації плантації верби (22 роки) кількість викидів CO₂ у навколишнє середовище у розрахунку на гектар складе близько 370 тон. (або ж 16,8 тони у рік). 1 га плантацій енергетичної верби поглинає з повітря понад 67 тон CO₂ за рік.

5. Соціальна ефективність проявляється у створенні додаткових робочих місць, політична – у зменшенні залежності України від імпорту дорогих енергоносіїв.

Перелік посилань:

1. Родькин О.И. Экономические аспекты производства возобновляемой энергии из древесины быстрорастущей / О.И. Родькин // Научный журнал НИУ ИТМО: экономика и экологический менеджмент. – 2013. – №2. [Электронный ресурс]. – Доступно з: <http://www.economics.ihtb.ifmo.ru>

2. Krasuska E. Economics of energy crops in Poland today and in the future / E. Krasuska, H. Rosenqvist // Biomass Bioenergy. – 2012. – Vol. 38. – P. 23–33.

3. Aronsson P.G. Long-term influence of intensively cultured short-rotation Willow Coppice on nitrogen concentrations in groundwater / P.G. Aronsson, L.F. Bergstrom, S.N. Elowson // Journal of Environmental Management. – 2000. – Vol. 58, N 2. – P. 135–145.

4. Fenn L. B. Willow tree productivity on fertilizer solutions containing various Ca/Al ratios / L. B. Fenn, G. R. Gobran // Nutrient Cycling in Agroecosystems. – 1999. – Vol. 53(2). – P. 121–131

5. Кунцьо І.О. Виращування енергетичної верби як сировини для виробництва твердих видів біопалива в умовах Лісостепу України / І.О. Кунцьо, Я.М. Гументик // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. К., 2013. – Вип. 19. – С. 59–62.

6. Курило В.Л. Динаміка росту енергетичної верби в перший рік виращування в ґрунтово-кліматичних умовах Полісся України / В.Л. Курило, Г.І. Журба // Збірник наукових праць Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків. К., 2013. – Вип. 19. – С. 74-79.

7. Соловій І.П. Еколого-економічні та лісополітичні аспекти розвитку плантаційного лісовиращування / І.П. Соловій, С.В. Перебора // Науковий вісник НЛТУ України. – 2009. – Вип. 19.4. – С. 61-67.

8. Створення та виращування енергетичних плантацій верб та тополь / Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. – К.: Логос, 2009. – С. 242-245.

9. Щербина О.М. Верба енергетична: використання та виращування / О.М. Щербина. – Ужгород: Вид-во В. Падяка, 2011. – 104 с.

10. Якимчук А.Ю. Економічне обґрунтування проектів щодо виращування верби біоенергетичної / А.Ю. Якимчук // Національний університет водного господарства та природокористування. Серія Економіка. Рівне, 2011. – Вип. 2(54). – С.232-237.

11. Калініченко О.В. Енергетична оцінка ефективності виробництва цукрових буряків / О.В. Калініченко // Економіка підприємств: Технологічний аудит і резерви виробництва – № 2(4), 2012. – С.31-35.

12. XV Міжнародний науково-практичний форум «Теоретичні основи і практичні аспекти використання ресурсощадних технологій для підвищення ефективності агропромислового виробництва і роз-

витку сільських територій» 24-26 вересня 2014 р. – Львів: Львівський національний аграрний університет, 2014. – С.550-554.

13. Родькин О.И. Производство возобновляемого биотоплива в аграрных ландшафтах: экологические и технологические аспекты: монография / О.И. Родькин. - Минск: МГЭУ им. А.Д. Сахарова, 2011.- 212 с.

14. Кундас С.П. Использование древесной биомассы в энергетических целях : научный обзор / [Кундас С.П., Позняк С.С., Родькин О.И. и др.]. – Минск : МГЭУ им А. Д. Сахарова, 2008. – 85 с.

Стаття надійшла: 11.12.2015 р.
Рецензент: д.е.н., проф. Бабич Д.В.

