

ЕКОНОМІЧНІ АСПЕКТИ ВИРОЩУВАННЯ БАГАТОРІЧНИХ ЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР

РОЇК М. В. –

д. с.-г. наук, професор, академік НААН, віце-президент Національної академії аграрних наук України, директор ІБКіЦБ; ГАНЖЕНКО О.М. –

к. т. наук, завідувач відділу технологій вирощування біоенергетичних культур;

ФУЧИЛО Я.Д. –

д. с.-г. наук, головний науковий співробітник; КВАК В.М. –

канд. с.-г. наук, старший науковий співробітник.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, E-mail: ganzhenko74@gmail.com

Постановка проблеми. За даними Державної служби статистики загальне постачання первинної енергії в 2017 році в Україні становило 89,6 млн.т н.е., з яких 35,3 млн.т н.е. (39,4%) було імпортовано [4]. Всього на митну територію України у 2017 році було ввезено мінеральних палив на суму 11,7 млрд. доларів [8]. У структурі імпорту енергоносіїв питома частка вугілля є найбільшою і становить 36,8%, сирої нафти та нафтопродуктів — 31,2%, природного газу — 32,0% [4]. Така структура паливно-енергетичного комплексу може стати загрозою для енергетичної, економічної та національної безпеки країни. Тому освоєння відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної безпеки та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. На сьогодні в Україні створено сприятливу нормативно-правову базу для виробництва і використання ВДЕ [2]. Це забезпечує стабільне щорічне зростання частки ВДЕ у загальному постачанні первинної енергії в Україні. Так у 2017 році частка ВДЕ у загальному енергобалансі держави становила 4,4%, що на 16% більше, ніж у 2016 році [4]. Щоб зберегти таку тенденцію в Україні, продовжується удосконалення законодавчої бази, тривають розробки з техніко-економічного обґрунтування проектів з виробництва тепла та електроенергії з ВДЕ [2].

Серед ВДЕ в Україні найбільшу частку займає біопаливо, частка якого

в загальній структурі ВДЕ у 2017 році становила 79,8% [4]. До основних переваг рослинної біомаси як джерела енергії, можна віднести екологічну чистоту викидів порівняно з викопними видами палива, відсутність негативного впливу на баланс вуглекислого газу в атмосфері [7].

В Україні сировинною базою для виробництва твердого біопалива слугують здебільшого відходи деревообробної промисловості (тирса, тріска), соняшникове лушпиння та солома. Згідно комплексного аналізу українського ринку пелет із біомаси [5] станом на 2016 рік у виробництві паливних гранул із деревини було задіяно 313 підприємств, які щорічно виготовляють 389,6 тис.т. біопалива. Виробництво паливних гранул із лушпиння соняшника становило 723,65 тис.т. і в ньому було задіяно 169 підприємств, з яких 110 спеціалізувалися тільки на цьому виді сировини. З соломи на 65 підприємствах було виготовлено 146 тис.т. пелет [5].

Виробництво біопалива із сировини, основою якої є відходи деревообробної промисловості та аграрного виробництва, є нестабільним і носить сезонний характер, що негативно впливає на ефективність роботи установок із вироб-

ництва біопалива. Крім того, біопаливо, виготовлене із залишків, містить значну частку (до 10%) зольних елементів, що зменшує його теплотворні властивості та експлуатаційні характеристики котлів. Однак, основний негатив від використання поживних решток на біопаливо лежить в екологічній площині, оскільки це призводить до деградації земель та зменшення їх родючості.

Вирішенням проблеми створення сировинної бази для виробництва твердих видів біопалива є вирощування нових видів швидкорослих дерев (верба, тополя, акація, сосна та ін.) і багаторічних трав (міскантус, світчграсс, сіда, топінамбур та ін.), що дасть змогу щорічно отримувати необхідну кількість високоякісної біомаси. Біомаса цих рослин на час збирання не містить великої кількості зольних елементів (до 1–2%), тому їх вирощування є більш екологічно сталим, а отримана біомаса за теплотворними властивостями перевищує характеристики соломи [7].

Основним стримуючим фактором збільшення площ біоенергетичних культур в Україні є висока вартість на закладання їх плантацій. З огляду на це метою досліджень було здійснити економічну оцінку ефективності вирощу-

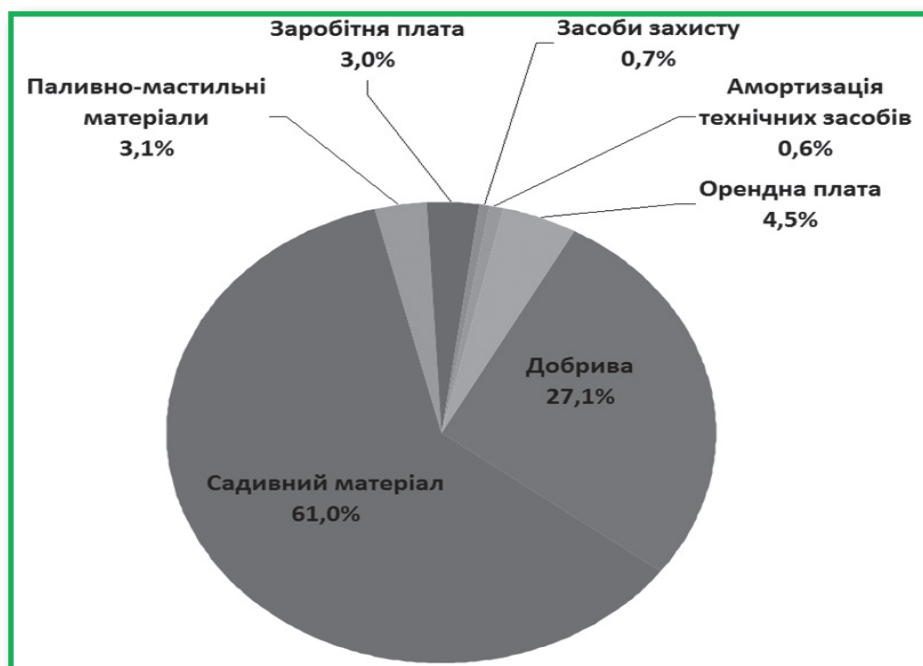


Рис. 1. Структура витрат у перший рік вирощування міскантусу гігантського

Таблиця 1.
Баланс економічних показників
за вирощування біоенергетичних культур в перші три роки

Роки вирощування	Витрати на вирощування, тис. грн/га		Надходження від реалізації продукції, тис. грн./га	
	Міскантус гігантський	Верба прутувидна	Міскантус гігантський	Верба прутувидна
1-й рік	73,8	39,3	-	-
2-й рік	4,1	1,3	7,0	-
3-й рік	3,0	3,3	15,0	24,0
Разом	80,9	43,9	22,0	24,0

вання багаторічних біоенергетичних рослин (на прикладі міскантусу та верби), на основі якої розрахувати обсяги компенсацій, що дозволить скоротити термін окупності інвестицій на створення їх плантацій.

Матеріали, методика та умови проведення досліджень. Дослідження економічної ефективності вирощування багаторічних біоенергетичних культур проводили впродовж 2012–2018 рр. на базі експериментальних плантацій Ялтушківської, Уладово-Люлинецької, Білоцерківської, Іванівської, Весело-подільської ДСС та ДПДГ «Саливінківське» Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (ІБКіЦБ НААН). Під час проведення досліджень використовувались традиційні методики. Урожайність біомаси встановлювалася електронними вагами з точністю до 1 г. Економічні характеристики обраховувалися з використанням технологіч-

них схем та методичних підходів, розроблених в ІБКіЦБ НААН України [1, 3, 6].

Викладення основних результатів дослідження.

Враховуючи ґрунтово-кліматичні умови найбільш перспективними багаторічними біоенергетичними культурами для України є міскантус гігантський та верба. На сьогодні площі плантацій цих культур в Україні становлять близько 3 тис. га.

Міскантус гігантський (*Miscanthus x giganteus*) — багаторічна злакова культура, яку впродовж багатьох років вирощують в Америці та Західній Європі як джерело біоенергії. За рахунок високої врожайності сухої біомаси (до 25 т/га щорічно), високої теплотворної здатності (5 кВт/год/кг або 18 МДж/кг), низької природної вологості стебел на час збирання (до 25%) міскантус є найефективнішою, порівняно з іншими сільськогосподарськими культурами, рослиною

для виробництва твердого біопалива. Одна тонна сухої маси міскантусу еквівалентна 400 кг сирої нафти, 1,7 т деревини, 515 м³ природного газу, або 620 кг кам'яного вугілля. Стебла міскантусу можуть бути заввишки до 4 метрів і містять 64...71% целюлози, що обумовлює його високу енергетичну цінність. У промислових масштабах міскантус гігантський розмножується вегетативно (ризомами).

Серед дерев, біомаса яких може використовуватись на тверде біопаливо, найкраще підходять сорти швидко-рослої верби прутувидної (*Salix viminalis* L.). Верба, як енергетична культура, вирощується в таких європейських країнах як Швеція, Англія, Ірландія, Польща, Данія та інші. Верба не вибаглива до наявності поживних речовин у ґрунті, може рости на малородючих та кислих землях, але потребує багато вологи. Тому плантації енергетичної верби доцільно закладати в зоні достатнього зволоження або в заплавах рік чи інших водойм на ґрунтах з високим рівнем залягання ґрунтових вод. Середній річний приріст верби прутувидної за висотою в умовах України становить 1,5...2,0 м. Урожай біомаси збирається кожні 2–3 роки впродовж 7–8 циклів. Основними компонентами біомаси енергетичної верби, що визначають її теплотворну здатність, є целюлоза, геміцелюлоза і лігнін, які разом складають до 99% сухої маси деревного матеріалу.

Належачи до різних класів рослин ці дві культури мають багато спільного. Перш за все, вони не вибагливі до ґрунтово-кліматичних умов і можуть вирощуватись на малопродуктивних землях, уникаючи тим самим конкуренції з традиційними сільськогосподарськими культурами. По-друге, міскантус і верба здатні формувати високі врожаї (до 20 т/га) сухої біомаси з високою теплотворною здатністю (до 18 МДж/кг). По-третє, обидві культури не розмножуються насінням і потребують спеціальних технічних засобів для закладання плантацій та їх подальшої експлуатації. Це зумовлює високу вартість закладання плантацій верби й міскантусу та тривалий термін їх окупності (до 7 років), оскільки перший врожай біомаси міскантусу можна збирати наприкінці 2-го року вегетації, а верби — лише через 3 роки. Крім того, біомаса верби збирається не щорічно, а кожні 2–3 роки.

Найбільша стаття витрат під час закладання плантацій міскантусу припадає на садивний матеріал (ризом). Це обумовлено значними витратами на їх заготівлю (викопування, нарізання, пакування та інші). Собівартість однієї ризоми, за умови їх заготівлі в про-

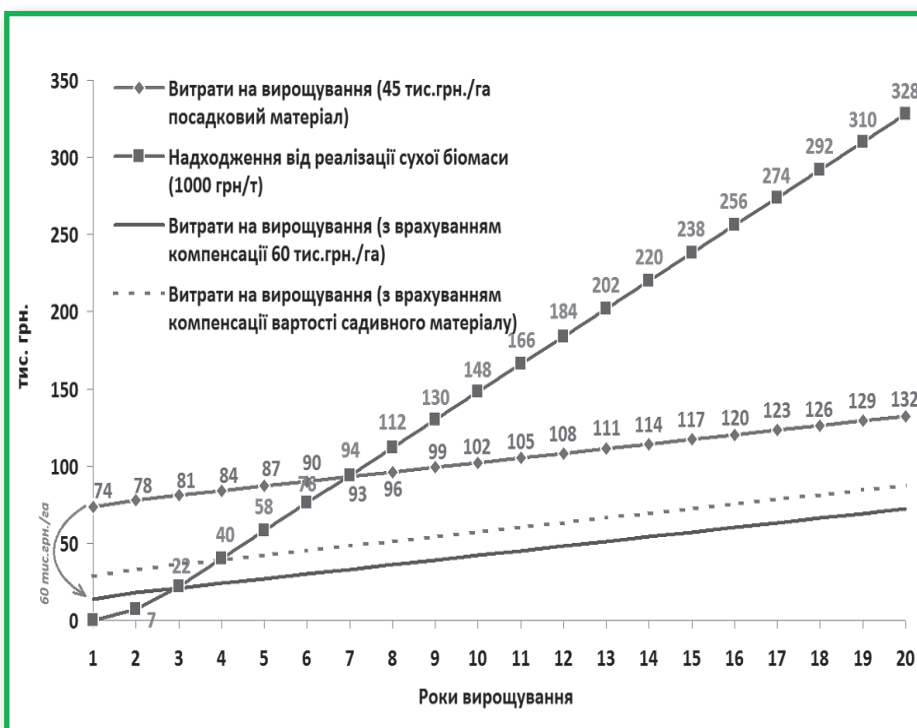


Рис. 2. Динаміка економічних показників за вирощування міскантусу гігантського.

мислових масштабах, становить 1,5 грн. Ринкова ціна ризом коливається від 3 до 6 грн/шт. залежно від їх розміру та сорту. Ризоми більшого розміру мають більше бруньок, що забезпечує вищий відсоток приживлюваності й більшу кількість стебел на початкових етапах росту рослин.

Для більшості ґрунтово-кліматичних умов України оптимальною для міскантусу є густина насаджень 15 тис. шт./га. Таким чином, за умови використання власного садивного матеріалу, його собівартість складатиме 22,5 тис. грн/га. В разі придбання ризомів за ціною 3 грн./шт. вартість садивного матеріалу на 1 га становитиме 45 тис. грн/га, що становить 61% від загальних витрат на перший рік вирощування (рис. 1). Окрім садивного матеріалу значні затрати передбачаються на удобрення, оскільки вирощування багаторічних біоенергетичних культур здійснюється на малопродуктивних землях. Крім того, добрива необхідно внести з розрахунку на весь час експлуатації плантації. Всього вартість закладання та догляду за плантацією міскантусу в перший рік становитиме 73,8 тис. грн (табл. 1). Надходжень від реалізації біомаси в перший рік вирощування міскантусу не буде через низьку його врожайність.

Догляд за плантацією у другий рік вегетації полягає у підживленні азотними добривами, боротьбі з бур'янами та збиранні біомаси. Витрати на проведення цього комплексу робіт складають 4,1 тис. грн./га. Урожайність сухої біомаси після другого року вирощування становитиме близько 7 т/га, що за ціни 1000 грн/т забезпечить надходження 7 тис. грн./га.

Починаючи з третього року вегетації плантація не потребує застосування гербіцидів, оскільки рослини міскантусу повністю контролюють площу. Необхідно лише вносити підтримуючу дозу азотних добрив (60 кг. д. р./га) і здійснювати збирання біомаси. Витрати коштів на вирощування і збирання біомаси міскантусу в третій і наступні роки вегетації становлять близько 3 тис. грн/га щорічно. При цьому врожайність сухої біомаси міскантусу в кінці третього року становить близько 15 т/га, а починаючи з 4-го року — 18 т/га. Таким чином виручка від реалізації продукції за третій рік складе 15 тис. грн./га.

Загальні витрати за перші три роки вирощування міскантусу складають 80,9 тис. грн./га, а надходження від реалізації біомаси лише 22,0 тис. грн./га. Отже, для того, щоб окупність плантації становила 3 роки, необхідно передбачити компенсацію в розмірі близько 60 тис. грн./га, яка виплачується одно-



Рис. 3. Структура витрат в перший рік вирощування верби прутковидної

разово в перший рік закладання плантації. Без такої компенсації термін окупності плантації становитиме 7 років. Якщо компенсувати тільки вартість садивного матеріалу (45 тис. грн./га), термін окупності плантації становитиме понад 4 роки (рис. 2).

Під час вирощування енергетичної верби на малопродуктивних землях необхідно внести достатню кількість елементів живлення, тому найбільша частка витрат припадає на добриво — 50,9% (рис. 3). Другою за величиною статтею витрат при створенні вербової плантації є витрати на садивний матеріал (живці) — 26,7%. Це обумовлено необхідністю вкладення значних коштів на їх вирощування (закупівля елітного садивного матеріалу, створення з нього маточної плантації, вирощування па-

гонів, заготівля пагонів, нарізання з них живців та зв'язування їх у пучки).

Ринкова ціна живців енергетичної верби коливається від 0,7 до 1,5 грн./шт. залежно від сорту. Оптимальною для ґрунтово-кліматичних умов України для енергетичних плантацій верби є густина 15 тисяч рослин на 1 га. Таким чином, за умови використання власного садивного матеріалу, його собівартість складатиме 4,5 тис. грн/га. У випадку придбання живців за ціною 0,7 грн./шт, вартість садивного матеріалу на 1 га становитиме 10,5 тис. грн/га. Крім садивного матеріалу та удобрення, значна частка витрат припадає на орендну плату за землю (8,5%), використання техніки (7,0%) і заробітну плату (5,5%). Таким чином, вартість закладання та догляду за плантацією верби протягом

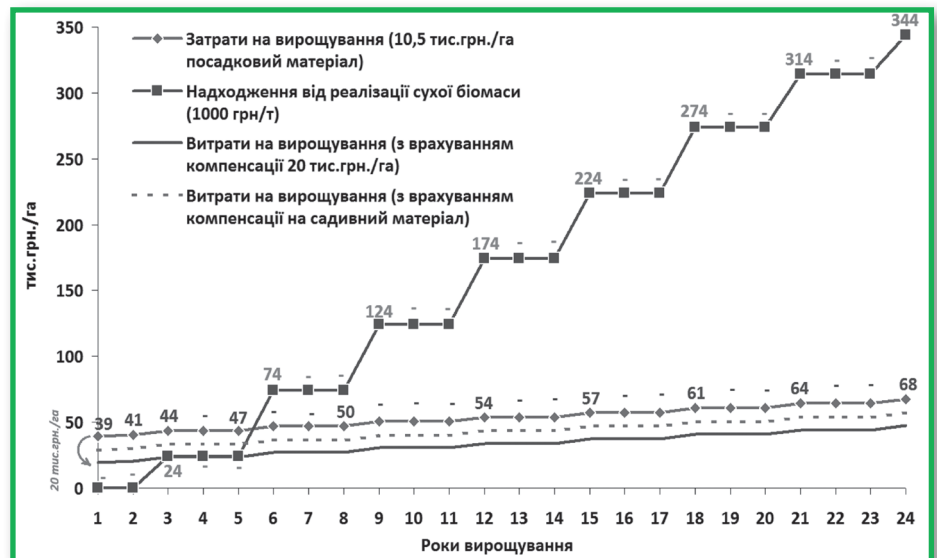


Рис. 4. Динаміка економічних показників за вирощування верби прутковидної.

першого року вирощування становитиме 39,3 тис. грн./га (див. табл. 1).

У зв'язку з тим, що заготівлю енергетичної біомаси верби здебільшого проводять кожні три роки, перший прибуток від реалізації біомаси передбачається отримати після завершення третього вегетаційного періоду.

Догляд за плантацією у другий рік вегетації полягає у боротьбі з бур'янами, шкідниками та хворобами. Витрати на проведення цього комплексу робіт складають 1,3 тис. грн./га.

Протягом третього року вегетації витрат на догляд за плантацією не передбачається, оскільки на цей час крони рослин верби повністю змикаються, пригнічуючи ріст і розвиток бур'янів. Після 3-го року вегетації проводять перше зрізування пагонів верби.

Загальні витрати за перші три роки вирощування верби складають 43,9 тис. грн./га, а виручка від реалізації біомаси лише 24,0 тис. грн./га. Отже, для того, щоб окупність плантації становила 3 роки, необхідно передбачити компенсацію в розмірі близько 20 тис. грн./га, яка виплачується одноразово в перший рік закладання плантації. Без такої компенсації термін окупності плантації становитиме 6 років. Якщо компенсувати тільки вартість садивного матеріалу (10,5 тис. грн./га), термін окупності плантації також становитиме понад 5 років (рис. 4).

Висновки.

Виробництво та використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підви-

щення рівня енергетичної й економічної безпеки України та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля.

На сьогодні в Україні створено сприятливу нормативно-правову базу для виробництва і використання ВДЕ.

Враховуючи сприятливі ґрунтово-кліматичні умови, найбільш перспективним видом ВДЕ для України є біоенергетика на основі сировини спеціально вирощених біоенергетичних рослин.

Для скорочення терміну окупності інвестицій у закладання плантацій багаторічних біоенергетичних рослин необхідно передбачити компенсації на садивний матеріал та добрива у розмірі: міскантус — 60 тис. грн./га, верба — 20 тис. грн./га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ЛІТЕРАТУРНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бондар В. С., Фурса А. В. Економічне обґрунтування технологій вирощування і переробки рослинної сировини на тверді види біопалива // Економіка АПК. № 3. — 2015. — С. 22–27.
2. Ганженко О. М. Розвиток енергоефективності та відновлювальної енергетики в 2016 році // Біоенергетика. — № 1 (9). — 2017. — С. 4.
3. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М. В. Роїк, В. М. Сінченко, Я. Д. Фучило, В. І. Пиркін, О. М. Ганженко та ін.]. — Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. — 340 с.
4. Енергетичний баланс України за 2017 рік // Державна служба статистики України (Експрес-випуск від 20.12.2018).
5. Комплексний аналіз Українського ринку пелет з біомаси // Гелетуша Г., Крамар В., Епик О., Антошук Т., Тітков В. / Програма розвитку Організації Об'єднаних Націй, К: 2016. — 334 с.
6. Методичні рекомендації з технології вирощування і переробляння міскантусу гігантського / [В. Л. Курило, О. М. Ганженко, М. Я. Гументик та інші] — К.: ЦП «Компринт», 2016–40 с.
7. Роїк М. В. Концепція виробництва і використання твердих видів біопалива в Україні / М. В. Роїк, О. М. Ганженко, В. Л. Тимошук // Біоенергетика. — 2015. — № 1. — С. 5–8.
8. Статистичний щорічник України за 2017 (За редакцією І. Є. Вернера) // Державна служба статистики України. К.: 2018. — 541 с.

АНОТАЦІЯ

УДК 338.434: 633.282: 662.631

Економічні аспекти вирощування багаторічних енергетичних культур

Роїк М. В., Ганженко О. М., Фучило Я. Д., Квак В. М.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна, E-mail: ganzhenko74@gmail.com

Мета. Здійснити економічну оцінку ефективності вирощування багаторічних біоенергетичних рослин (на прикладі міскантусу та верби), на основі якої розрахувати обсяги компенсацій, що дозволить скоротити термін окупності інвестицій на створення їх плантацій. **Методи.** Польові, лабораторні, розрахункові. **Результати.** Встановлено, що загальні витрати за перші три роки вирощування багаторічних біоенергетичних рослин складають: для міскантусу — 80,9 тис. грн./га, для верби — 43,9 тис. грн./га, а надходження від реалізації біомаси за цей період лише 22,0 тис. грн./га для міскантусу та 24,0 тис. грн./га для верби. Отже, для того, щоб окупність плантації не перевищувала 3 роки, необхідно передбачити компенсацію в розмірі близько 60 тис. грн./га для міскантусу та 20 тис. грн./га для верби, яка виплачується одноразово в перший рік закладання плантації. Без такої компенсації термін окупності плантацій міскантусу і верби становитиме, відповідно, 7 та 6 років. Якщо компенсувати тільки вартість садивного матеріалу (ризомів та живців), термін окупності плантацій становитиме понад 4 роки. **Висновки.** Виробництво та використання відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) слід розглядати як важливий фактор підвищення рівня енергетичної й

економічної безпеки України та зниження антропогенного впливу енергетики на довкілля. На сьогодні в Україні створено сприятливу нормативно-правову базу для виробництва і використання ВДЕ. Враховуючи сприятливі ґрунтово-кліматичні умови найбільш перспективним видом ВДЕ для України є біоенергетика на основі сировини спеціально вирощених біоенергетичних рослин. Для скорочення терміну окупності інвестицій у закладання плантацій багаторічних біоенергетичних рослин, необхідно передбачити компенсації на садивний матеріал та добрива у розмірі: міскантус — 60 тис. грн./га, верба — 20 тис. грн./га.

Ключові слова: біопаливо, верба, відновлювальні види палива, дотації, економічна ефективність, міскантус.

ABSTRACT

UDC338.434: 633.282: 662.631

Economic aspects of perennial energy crops cultivation

Roik M.V., Ganzhenko O. M., Fuchylo Ya.D., Kvak V. M.

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine,

25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine, e-mail: ganzhenko74@gmail.com

Purpose. On the example of miscanthus and willow, to carry out an economic assessment of the efficiency of perennial bioenergy plants cultivation; to calculate the amount of compensation, which will reduce the payback period of investments into establishing the plantations.

Methods. Field, laboratory, calculation. **Results.** The total input for the first three years of growing perennial bioenergy plants is as following: 80900UAH/ha for miscanthus and 43900 UAH/ha for willow. Meanwhile, the income from the sale of biomass during this period is only 22000 UAH/ha for miscanthus and 24000 UAH/ha for willow. Therefore, in order to ensure that the plantation payback does not exceed 3 years, it is necessary to provide compensation in the amount of about 60000 UAH/ha for miscanthus and 20000 UAH/ha for willow, which should be paid once in the year of the plantation establishment. Without such compensation, payback of miscanthus and willow plantation will be 7 and 6 years, respectively. If only the costs of planting material (rhizomes or cuttings) are compensated, the payback period of the plantations will be more than 4 years. **Conclusions.** The development of renewable energy sources (RES) should be considered as an important factor in raising the level of energy and economic security of Ukraine and reducing the anthropogenic impact of power production on the environment. Now, Ukraine has created a favourable legal and regulatory framework for the production and use of RES. Given the favourable soil and climatic conditions, the most promising type of RES for Ukraine is bioenergy, which is based on the feedstock of tailored bioenergy plants. In order to reduce the payback period of the investments in the establishment of perennial bioenergy plantations, it is necessary to provide compensation for planting material and fertilizers in the following amounts: 60000 UAH/ha for miscanthus and 20000 UAH/ha for willow.

Keywords: biofuels, willow, renewable fuels, subsidies, economic efficiency, miscanthus.