

УДК 620.952

# ЕКОНОМІЧНА Й ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ ВИРОЩУВАННЯ БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ КУЛЬТУР НА БІОПАЛИВО

**ГУМЕНТИК М. Я.** - кандидат с.-г. наук, с. н. с.,

**БОНДАР В.С.** - кандидат екон. наук, с. н. с.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. E-mail: hmy@ukr.net

**Вступ.** У світі відбувається швидке скорочення розвіданих запасів викопного вуглецевого палива, що змушує світову спільноту інтенсивно впроваджувати поновлювані джерела енергії, серед яких провідне місце займає рослинна біомаса. Вона покриває близько 40-50 % енергоспоживання у структурі відновлювальних джерел енергії в розвинутих країнах. Окрім того, поступове заміщення вугілля, природного газу та продуктів нафтопереробки біопаливом з рослинної біомаси, при постійному її відтворенні в обсягах, що перевищують споживання, забезпечує відновлення та збереження балансу вуглекислого газу в атмосфері. У природному або переробленому стані біомаса біоенергетичних культур у вигляді паливної тріски, гранул та брикетів застосовується для отримання теплової й електричної енергії [1, 2].

У зв'язку з цим стає актуальним завдання обґрунтувати ефективні технології та технічні засоби для вирощування біомаси високопродуктивних біоенергетичних культур та подальшого її використання в енергетичних цілях, провести економічну оцінку елементів технологій вирощування біомаси в умовах Лісостепу України. Наступним важливим завданням для біоенергетики є створення та розширення власної бази біоенергетичної сировини. Для стабільного завантаження виробничих потужностей існуючих біопаливних заводів необхідна наявність планової кількості сировини, досконала логістика її поставки. Дану проблему можливо вирішити завдяки диверсифікації та створенню власних енергетичних плантацій біоенергетичних культур швидкої ротації з високою врожайністю біомаси і достатнім вмістом целюлози та лігніну. Для цього необхідна спеціально вирощена біомаса, яка може використовуватися для виробництва біопалива, важливою характеристикою якої є її теплотворна здатність, яка залежить від ряду факторів та генетичних особливостей енергетичних культур.

**Мета та завдання дослідження.**

Провести економічну й енергетичну оцінку ефективності вирощування високопродуктивних енергетичних культур за сучасними енергозберігаючими технологіями в умовах Лісостепу України за відповідними економічним та енергетичним критеріями.

**Матеріали, методика та умови проведення досліджень.**

Дослідження з вивчення економічної й енергетичної ефективності вирощування багаторічних біоенергетичних культур проводили на основі рендомізованих за методом розщеплювання ділянок упродовж 2012–2016 рр. на дослідному полі ІБКІЦБ НААН (ДПДГ «Саливінківське», с. Ксаверівка-2, Васильківського району Київської області та Борщівського агротехнічного коледжу, м. Борщів Тернопільської області). Площа під дослідними ділянками становила 2,0 га, повторність – чотириразова. Схема дослідів передбачала вивчення продуктивності енергетичних культур залежно від схем садіння та способів догляду за насадженнями.

При проведенні досліджень використовувались традиційні методики досліджень. Вимірювання висоти рослин проводили за допомогою мірної рейки з точністю до 1 см, а діаметри – електронним штангенциркулем з точністю 0,1 мм, урожайність біомаси – електронними вагами з точністю до 1 г. Обробку отриманих даних проводили на ПК за допомогою пакета Statistika.

За даними метеорологічних спостережень температурний режим 2012-2016 років характеризувався значними коливаннями впродовж вегетаційного періоду, але не перевищував середні багаторічні показники. Атмосферні опади впродовж вегетаційного періоду випадали нерівномірно. За шість років досліджень погодні умови були неоднаковими, і по різному впливали на формування врожайності біомаси, але відрізнялись не суттєво від середніх показників продуктивності енергетичних культур.

**Результати досліджень.** В дослідженнях економічної й енергетичної ефективності вирощування біоенерге-

тичних культур враховувались усі енергозатрати, необхідні на здійснення технологічних процесів і акумульовані в матеріально-технічних засобах (машинах, пальному, добривах, гербіцидах та ін.). При цьому врахували вміст валової й обмінної енергії (ВЕ й ОЕ) в одиниці врожаю сухої сировини. Співвідношення акумульованої енергії в урожаї з енергією, витраченою на вирощування біомаси, дало змогу зробити об'єктивну оцінку ефективності елементів технології вирощування. Витрати сукупної енергії на вирощування культури, вміст енергії в урожаї виражали в МДж та ГДж. Технологія вирощування була енергозберігаючою, тобто забезпечувалася мінімальний рівень витрат сукупної енергії на одиницю продукції. В ефективному с.-г. виробництві на одиницю витраченої сукупної енергії в процесі вирощування високопродуктивних енергетичних культур припадає від 3 до 6 одиниць акумульованої енергії [8]. Співвідношення валової енергії (ВЕ) врожаю та кількості сукупної енергії (СЕ), витраченої на його вирощування, називається енергетичним коефіцієнтом (Ек) вирощуваної культури

$$E_k = CE \times VE$$

Кількість валової енергії визначали за сухою речовиною врожаю. Один кілограм сухої речовини в середньому забезпечує 16730 кДж. Добуток енергії, яка міститься в кілограмі сухої речовини на кількість кілограмів врожаю основної та побічної продукції дав кількість валової енергії в кДж, акумульованої енергетичною плантацією. Витрати сукупної енергії на вирощування біоенергетичних культур визначали по кожному агротехнічному заходу (лушення, оранка, енергоємність добрив та їх внесення, весняний обробіток, посів (садіння), догляд за посівами, збирання врожаю). Визначали також енергію, акумульовану в паливно-мастильних матеріалах, насінні, пестицидах, машинах і механізмах, транспортних засобах тощо. Сума енергетичних витрат складала сукупну енергію на вирощування культури. Витрати сукупної енергії на вирощування

різних видів біоенергетичних культур виявились неоднаковими. Так, при вирощуванні енергетичної верби сукупні витрати енергії становили 38 ГДж/га, міскантусу – 44 ГДж/га, проса прутоподібного – 28 ГДж/га. Значна частина енергетичних затрат припадала на посадковий матеріал, пальне, добрива та гербіциди. Тому слід впроваджувати такі технології вирощування біоенергетичних культур, які б сприяли зменшенню сукупних енергетичних витрат. В системі технологій все більше значення відіграє диференційоване використання природних ресурсів, технологічних факторів і адаптивного потенціалу культивованих видів і сортів рослин, розробка сортової агротехніки, боротьби з бур'янами, шкідниками й хворобами.

Одним із шляхів зменшення енерговитрат в рослинництві є мінімізація обробітку ґрунту та вдосконалення технологічних операцій догляду. Багаторічні енергетичні рослини цінні високим рівнем урожайності й невибагливістю до родючості ґрунтів та високого рівня механізації виробничих процесів. За відносно короткий проміжок часу вони можуть давати значні прирости біомаси. У перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел. Використання рослинної біомаси за умови її безперервного

відновлення не призводить до збільшення концентрації CO<sub>2</sub> в атмосфері. Вибір тієї чи іншої енергетичної культури залежить від багатьох факторів: типу ґрунтів, місцезнаходження ділянки та доступу до вологи, виду ландшафту та інше. В промисловому варіанті вирощування енергетичних плантацій обов'язково потрібно визначитися з термінами та способами збору врожаю, його зберіганням, переробкою та транспортуванням. Економічно доцільна відстань транспортування біомаси як палива не повинна перевищувати 50 кілометрів [2].

Інститутом біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України проведено дослідження зі значною кількістю енергетичних культур для визначення потенційних можливостей їх використання в якості енергетичних, але тільки деякі види досягли комерційного використання. Серед них найбільш поширеними є багаторічні високопродуктивні культури: міскантус, енергетична верба, просо прутоподібне, які вегетують на енергетичних плантаціях 15-20 років. Підготовка ґрунту для їх вирощування не вимагає великих енергетичних витрат, урожай збирають восени, взимку або навесні з використанням звичайної збиральної та спеціалізованої сільськогосподарської техніки.

**Коротка характеристика біоенергетичних культур, що, є найбільш пер-**

**спективними як сировина для виробництва паливної тріски та твердих видів біопалива.**

Міскантус - відноситься до родини злакових (Gramineae), багаторічна трав'яниста культура з добре розвинутою кореневою системою, яка досягає більше 2,5 м глибини. Така коренева система сприяє дуже хорошему використанню елементів живлення та вологи з нижніх горизонтів ґрунту. Стебла є міцними і відрізняються великою витривалістю до механічних пошкоджень, оскільки містять значну кількість лігніну і целюлози. Рослини досить добре перезимовують, стійкі до опадів і вітру. Вимогливість міскантусу щодо води набагато вища, ніж доступні середньорічні опади – біля 600 - 700 мм на рік. Але, незважаючи на це, споживання води на продукування 1 кг сухої маси досить невисоке. Ґрунти під насадженням міскантусу повинні бути нейтральні (рН = 6,5), особливо протягом перших двох років вирощування, з рівнем ґрунтових вод нижче 1 м. Спосіб розмноження впливає на перезимівлю посіву першого року вирощування. Рослини, розмножені поділом кореневищ, зимують краще, ніж розмножені в культурі «in-vitro». Вищий відсоток схожості мають ризоми більше п'яти бруньок. Тривалість вирощування рослин на одному полі – до 20 років, період комерційного вирощування – близько 15 років.

Таблиця 1. Економічна ефективність вирощування високопродуктивних біоенергетичних культур

№	Статті витрат (грн.)	Енергетична верба		Міскантус		Просо прутоподібне
		за 3 роки вегетації	на 5 рік і кожні 2 роки	за 2 роки вегетації	на 3 рік і наступні роки	Кожен рік з 2 року вегетації
1	Оплата праці з нарахуванням	3906,84	2118	1209,92	274	1226
2	Паливо-мастильні матеріали	2943,70	2333	3077,20€	412	1969
3	Амортизаційні відрахування	1303,14	2158	783,95	275-	595
4	Поточний ремонт	912,21	2263	548,78	383	416
5	Насіння, черенки, ризоми	1300,00	-	15000	-	500
6	Мінеральні добрива	9062,01	-	3375,37	663,5	705
7	Засоби захисту рослин	1779,35	-	1179,00	-	2248
8	Інші витрати	487,77	1025	579,00	182	181
9	Плата за оренду землі	1888,50	1259,00	1888,50	629,5	1259
10	Всього виробничих витрат	23583,52	13438	27691,72	2188,5	9299
11	Витрати на транспортування	1179,18	609	1385	109	465
12	Повна собівартість	24763	4110	29077	2298	9764
13	Ринкова ціна 1 т/грн. сировини	980	980	950	950	900
14	Валові надходження	26754	32144	30400	19000	8000
15	Прибуток					8236
16	Рівень рентабельності %	8%	128%	4,5%	726,8%	84%
17	Урожайність т/га	27,3	32,8	25,3	25	18
18	Собівартість 1т/ грн.	907	430,2	1149,3	114,9	488,2
19	Прибуток в розрахунку на 1 т/ грн.	73	549,8	41,3	835,1	412

Біомасу можна збирати щорічно. З огляду на високий вміст целюлози та лігніну міскантус є цінною сировиною для виробництва паливних гранул високої якості. Виробничі витрати на вирощування біомаси міскантуса в різних європейських країнах на рівні 40-50 євро / т сухої речовини [5].

Просо прутноподібне (*Panicum virgatum* L.), відоме в англійській літературі як «Switchgrass» – теплолюбна багаторічна рослина (C4), схожа на кущовий злак. Вона розмножується як насінням, так і кореневищем. Рослина має прямостоячі стебла, які досягають 0,5-2,5 м заввишки. Коренева система може досягати 3 м в глибину. Досить тривалий час просо прутноподібне використовували для рекультивації ґрунту та як кормову культуру.

Починаючи з кінця 80-х рр. ХХ століття, різновиди цієї культури використовують як трав'яну біоенергетичну культуру. Основними способами використання біомаси проса прутноподібного в Європі є виробництво теплової і електроенергії шляхом комбінованого спалювання вугілля та паливних гранул. Перевагами проса прутноподібного є: незначна потреба у використанні пестицидів, сприяння збереженню природних умов та поліпшення якості ґрунту. В процесі багаторічного вирощування на одній і тій же площі ця культура зменшує ерозію ґрунту. Особливо важливим фактором є використання для вирощування проса земель, непридатних для вирощування інших сільськогосподарських культур. Культура стійка до хвороб і шкідників, має низьку собівартість і малі ризики вирощування, вимагає незначних вкладень, дає високі врожаї біомаси навіть на низкопродуктивних землях. Урожайність проса прутноподібного поступово збільшується від 2-4 т/га першого року використання до 10-12 т/га – другого і до 18-20 т/га – третього. Просо прутноподібне має необхідні складові для використання у якості біопаливної сировини: близько 50 % вуглецю та невисокий вміст золи – до 2-3 %, порівняно низький вміст калію та натрію в поєднанні з підвищеним вмістом кальцію і магнію, що сприяють високій температурі згоряння й зменшують ймовірність шлакування при спалюванні в твердопаливних котлах. Собівартість біомаси проса прутноподібного в різних країнах коливається від 20 до 40 євро т сухої речовини [3, 4].

Енергетична верба. Під цією назвою найчастіше вирощують сорти та гібриди верби прутновидної (*Salix viminalis* L.) – виростає до 5-6 м заввишки і має велику кількість пагонів. Вона досить легко розмножується вегетативним шляхом. Насадження верби залишаються продуктивними до 20-25 років, а урожай протягом цього періоду можна збирати через 2-3 роки. З 1 га плантації можна отримувати до 12-15 т сухої деревної маси щорічно.

Позитивним є те, що верба стійка до морозів і посухи, до шкідників і хвороб, може рости на ґрунтах різного типу, на пагорбах, в ярах із підвищеним заляганням ґрунтових вод, на заболочених землях, на непродуктивних землях, що потребують рекультивації тощо. Біомасу енергетичної верби використовують для виробництва паливної тріски для спалювання в твердопаливних котлах. Одна тонна біомаси вологістю 40-50 % забезпечує 1 Гкал тепла, тоді як така ж кількість сухої сировини при вологості 15-20 % дає 2 Гкал тепла. Приблизно після 25 років використання вербу використовують, а землі використовують для інших цілей. Культура має значний потенціал продуктивності, особливо на низинних і родючих землях із хорошим водопостачанням. Річна кількість вологи, яка транспірується енергетичною вербою, на 100 мм більша, ніж у злакових культур. Нижча теплотворна здатність абсолютно сухої верби не відрізняється від інших порід деревини і становить 17,0-17,5 МДж/кг абсолютно сухої речовини [2, 7].

Показники економічної ефективності виробництва енергетичних культур оцінювали за фактичними витратами, здійсненими в дослідках, а при їх відсутності – за відповідними нормативами. Для цього використовували технологічні карти, складені для умов інтенсивної технології виробництва. В дослідках передбачалась традиційна система основного обробітку ґрунту, оранка з обертанням пласта. Технологічні засоби, обладнання, зняряддя застосовували в основному вітчизняного виробництва, які повністю забезпечують дотримання агротехнічних вимог. Обсяги внесення добрив та засобів захисту відповідали потребі рослин для отримання врожаю, відповідно, до обсягів сухої біомаси енергетичної верби – 27,3 т/га, міскантусу – 25,3 т/га, проса прутноподібного – 18,2 т/га.

Ціни на матеріали, сировину, продукцію тощо приймали станом на листопад 2016 року.

Аналіз структури витрат коштів на 1 га посіву традиційних для України енергетичних культур, зокрема, міскантусу, енергетичної верби, проса прутноподібного (табл. 1) свідчить, про те, що їх найбільш

шою складовою частиною є мінеральні добрива, засоби захисту та насіння, які в усіх випадках дорівнюють 50 % від загальних витрат.

Другою за величиною статтею витрат є паливо-мастильні матеріали. Що стосується показників економічної ефективності виробництва біоенергетичних культур, то найбільш прибутковими з них є енергетична верба та міскантус. Так, один гектар енергетичної верби на третій рік вирощування і через кожних два наступних роки приносить 32144 грн. валових надходжень, 18034 грн. прибутку, при рівні рентабельності 128 %. Міскантус на 3-й рік вегетації і кожен наступний – 19000 грн. грошових надходжень, 16700 грн. прибутку, при рівні рентабельності 726 %. Однак, особливістю обох цих культур є низька прибутковість у перші три роки вегетації, пов'язана із значними витратами на закладку плантацій. Так, при вирощуванні енергетичної верби рівень рентабельності виробництва становить всього 8 %, валові надходження – 26,7 тис. га, собівартість – 23,6 тис.га, прибуток – 2,0 тис. грн. Ще більші витрати здійснюються при закладці плантацій міскантусу, що пов'язано з його вегетативним розмноженням шляхом посадки ризом. Так, загальні витрати в перші три роки вегетації міскантусу становлять 29,1 тис. грн., при 30,4 тис. грн./га валових надходжень, а прибуток всього 1,3 тис. грн./га, при рівні рентабельності 4,5 %. Проте в наступні роки експлуатації плантації повністю себе оправдують і покривають всі попередні витрати, здійснені при їх закладанні. Собівартість 1 т урожаю енергетичної верби зменшується у 2,1 раза від 907 грн/т до 430 грн/т, а міскантусу відповідно у 10 раз – від 1149 грн/т до 114,9 грн/т, що пов'язано з мінімальними витратами на догляд, підживлення мінеральними добривами та збирання врожаю біомаси. Що стосується проса прутноподібного, то ця культура є також високоефективною з показниками дещо нижчими, ніж у енергетичної верби та міскантусу. Вона є незамінною у посушливих південних регіонах України, де енергетичну вербу та міскантус культивувати значно важче.

У зв'язку з тим, що енергетичні витрати в динаміці значно не зростають,

Таблиця 2. Енергетична продуктивність багаторічних біоенергетичних культур з третього року вегетації (середнє за 2012-2016 рр.)

№ п/п	Енергетичні культури	Урожай сирової біомаси, т/га	Суша речовина %	Урожай сухої біомаси, т/га	Вихід твердого палива, т/га	Вихід енергії, ГДж/га
1	Енергетична верба	54,6	50,5	27,3	32,8	573,3
2	Міскантус	58,8	42,6	25,3	30,3	516,2
3	Просо прутноподібне	23,2	78,5	18,2	21,8	371,5

а енергетична вартість врожаю біомаси росте, відповідно, зростає й коефіцієнт енергетичної ефективності. Тому для диверсифікації виробництва сировини з метою виготовлення паливної тріски, брикетів та гранул, для раціонального використання енергетичних плантацій необхідно враховувати переваги й недоліки кожної культури та плантацій в цілому.

При вирощуванні багаторічних енергетичних культур найбільшу продуктивність забезпечує енергетична верба 32,8 т/га сухої речовини, або 573,3 Гдж/га; наступним є міскантус – 25,3 т/га сухої речовини та 516,2 Гдж/га і просо прутоподібне – 18,2 т/га сухої речовини та 371,5 Гдж/га (табл. 2).

Коефіцієнт енергетичної ефективності біопалива  $\alpha$  визначали як відношення енергії, отриманої в біопаливі, до затраченої енергії. Енергетичну ефективність вирощування біомаси – як відношення енергетичної вартості врожаю до енергетичних витрат на вирощування кожної з досліджуваних енергетичних культур за формулою [8]:

$$\alpha = E_o / E$$

де  $\alpha$  – коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування біомаси;

$E_o$  – енергетична вартість отриманого врожаю, ГДж/га;

$E$  – енергетичні витрати на вирощування біомаси, ГДж/га.

Для визначення енергетичної ефективності вирощування кожної з досліджуваних біоенергетичних культур оцінено кількість щорічно отримуваної енергії з одного гектара.

Отримані результати свідчать про те, що найвищий економічний і енергетичний ефект можна отримати за умови дотримання енергозберігаючих елементів технології при використанні біомаси на біопаливо, створивши енергетичний конвейер поставки сировини споживачам. Реалізація сировини для виробництва біопалива на внутрішньому та зовнішньому ринках, а також посадкового матеріалу міскантусу (ризом) та енергетичної верби (живців), може принести додатковий економічний ефект і зменшити витрати при закладанні енергетичних плантацій.

Важливим напрямком досліджень є визначення оптимального періоду закладання плантацій та збирання врожаю. Технології отримання твердого біопалива і процес виробництва не може бути здійснений за короткий проміжок часу. Ідеальні культури для цих цілей повинні відповідати важливій у даному випадку вимозі – поряд із формуванням високого врожаю сухої речовини в першу половину вегетації вони повинні мінімально знижувати продуктивність наприкінці другого періоду вегетації й максимально зберігати біомасу.

Отже, процес накопичення сухої речовини можна умовно розподілити на три етапи: 1 – початковий період; 2 – період

інтенсивного росту; 3 – період поступового зменшення врожаю біомаси. Відповідно до цього й потрібно проводити збирання біомаси, маючи на увазі, що різні культури по різному накопичують суху масу у різні періоди.

#### Висновки.

1. Розглянуті біоенергетичні культури – енергетична верба, міскантус та просо прутоподібне є економічно й енергетично ефективними. Найвищі показники енергетичної ефективності мають міскантус і енергетична верба.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Дубровін В.О., Корчемний М.О., Масло І.П. та ін.. Біопалива (технологія, машини і обладнання). - К.: ЦТІ «Енергетика і електрифікація». – 2004. - 256 с.
2. Енергетична верба: технологія вирощування та використання / [М.В. Роїк, В.М. Сінченко, Я.Д. Фучило, В.І. Пиркін, О.М. Ганженко, Гументик М.Я. та ін.]. – Вінниця: ТОВ «Нілан ЛТД», 2015. – 340 с.
3. Кулік М. І. Енергетичний потенціал та економічна ефективність виробництва біомаси свічграсу для біопалива. //Наукові доповіді НУБіП України 4 (61) -2016.
4. Курило В. Л. Удосконалення елементів технології вирощування проса прутоподібного / В. Л. Курило, Г. С. Гончарук, М. Я. Гументик // Біоенергетика. – 2014. – Вип. 2. – С. 28-30
5. Гументик М. Я. Оптимізація елементів технології вирощування міскантусу в умовах західного Лісостепу України /М. Я. Гументик, В. М. Квак; [Зб. наук. праць Вінницького національного аграрного університету /Ред. Калетнік Г. М.]. – [вип. 1(57), Серія: Сільськогосподарські науки]. – Вінниця, 2012. – С. 168–173.
6. 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
7. Створення та вирощування енергетичних плантацій верб і тополь. Науково-методичні рекомендації / Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М. – К.: Логос, 2009. – 80 с.
8. Медведовський О.К., Іваненко П.І. Енергетичний аналіз інтенсивних технологій в сільськогосподарському виробництві. - К.: Урожай. - 1988. – 208с.

#### АНОТАЦІЯ

УДК 620.952

**Економічна ефективність вирощування високопродуктивних біоенергетичних культур для виробництва біопалива**

Гументик М. Я. – к. с.-г. наук, с. н. с.,

Бондар В.С. – к. екон. наук, с. н. с.

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України. E-mail: hmy@ukr.net

**Мета дослідження.** Проведення економічної й енергетичної оцінки ефективності вирощування високопродуктивних енергетичних культур за сучасними енергозберігаючими технологіями в умовах Лісостепу України за відповідними економічними та енергетичними критеріями, виявлення переваг і недоліків існуючих технологій, визначення перспективних напрямів розвитку виробництва біопалива. **Результати досліджень.** Дослідження проводили на основі рендомізованих за методом розщеплювання ділянок упродовж 2012–2016 рр. на дослідному полі ІБКІЦБ НААН (ДПДГ «Саливінківське», с. Саверівка-2 Васильківського району Київської області та Борщівського агротехнічного коледжу, м. Борщів Тернопільської області). В дослідженнях економічної й енергетичної ефективності вирощування біоенергетичних культур враховувались усі енергозатрати, необхідні на здійснення технологічних процесів і акумульовані в матеріально-технічних засобах (машинах, пальному, добривах, гербіцидах та ін.). Встановлено, що ґрунтово-кліматичні умови Лісостепу України сприяють розвитку біоенергетики, особливо економічно вигідним є створення енергетичних плантацій на основі найбільш продуктивних біоенергетичних культур: енергетичної верби, міскантусу та проса прутоподібного, що можуть забезпечити понад 15-20 т/га сухої біомаси як сировини для виробництва біопалива.

**Ключові слова:** відновлювальні джерела енергії, біоенергетика, біомаса, біоенергетичні культури, біопаливо, енергетична верба, міскантус, просо прутоподібне, економічна ефективність.

#### ABSTRACT

UDC 620.952

**Economic efficiency of high-yielding bioenergy crops for biofuel production**

Humentyk M.Ya. - Candidate of Agricultural Sciences, research officer,

Bondar V.S. - Candidate of Economic Sciences, research officer

Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine

25 Klinichna Str., Kyiv 03110. E-mail: hmy@ukr.net

The goal of the research was to carry out an economic assessment of the efficiency of growing high-yielding crops, to identify the advantages and disadvantages of existing technologies for their cultivation, to identify efficient course of biofuels development in Ukraine.

It is established that under the soil and climatic conditions of the Forest-Steppe of Ukraine, there are favourable opportunities for the development of bioenergy, it is especially economically advantageous to create energy plantations of the most productive bioenergy crops, such as energy willow, giant miscanthus and panicum virgatum which can provide dry biomass yield of 15-20 t/ha, as raw materials for solid biofuels production.

**Keywords:** renewable energy sources, bioenergy, biomass, bioenergy crops, biofuels, energy willow, giant miscanthus, panicum virgatum.