

**БІОЕНЕРГЕТИЧНИЙ НАПРЯМ РОЗВИТКУ ПІДПРИЄМСТВ ТА
НАЦІОНАЛЬНОГО ГОСПОДАРСТВА**

УДК: 620.952

DOI: 10.37128/2411-4413-2021-1-1

**ЕФЕКТИВНІСТЬ
ВИРОЩУВАННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНИХ
КУЛЬТУР ТА ЇХ
ПЕРЕРОБКИ НА
БІОПАЛИВО В
КОНТЕКСТІ
ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ
ЕНЕРГЕТИЧНОЇ
АВТОНОМІЇ
АГРАРНИХ
ПІДПРИЄМСТВ**

КАЛЕТНИК Г. М.,
*доктор економічних наук, професор,
академік НААН України,
завідувач кафедри адміністративного
менеджменту та альтернативних
джерел енергії*

ТОКАРЧУК Д. М.,
*кандидат економічних наук,
доцент кафедри адміністративного
менеджменту та альтернативних
джерел енергії,
Вінницький національний аграрний університет
(м. Вінниця)*

Економіка, фінанси, менеджмент: актуальні питання науки і практики, 2021, № 1

У статті обґрунтовано, що відсутність єдиного трактування поняття «енергетичні культури» призводить до складнощів у підходах до державного стимулювання розвитку їх виробництва. Визначено, що вітчизняні науковці під енергетичними культурами розуміють, як правило, культури, які вирощують для використання виключно в енергетичних цілях (верба, тополя, міскантус, світчграсс тощо). Розглянуто класифікацію біоенергетичних культур за такими ознаками як: цикл вирощування, тип, характеристики і отримуваний кінцевий продукт, походження.

Доведено, що вирощування енергетичних культур матиме позитивні наслідки для економіки (покращення державного платіжного балансу, зменшення вартості енергоносіїв, економічне зростання) та екології (декарбонізація, зменшення викидів шкідливих речовин, рекультивация земель тощо). Наведено характеристики енергетичних культур відносно умов вирощування та зроблено огляд сортів рослин для біоенергетичного напрямку використання із Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік. Розглянуто особливості технології вирощування міскантусу гігантського, енергетичної верби та тополі; наведено економічні розрахунки ефективності вирощування міскантусу на одному гектарі. Проаналізовано досвід у вирощуванні енергетичних культур Ялтушківською дослідно-селекційною станцією, науковці якої у 2017 році заклали плантації міскантусу та енергетичної верби та використовують їх для самозабезпечення енергетичними ресурсами.

Обґрунтовано варіанти вирощування і подальшого використання енергетичних культур у ролі палива, що включають як реалізацію власне енергетичних культур, так і біопалива на їх основі, а також використання для енергетичної автономізації (пряме спалювання чи виробництво гранул/брикетів з їх подальшим використанням у межах підприємства). Вибір найбільш економічно вигідного варіанту залежить від конкретних умов господарювання аграрних підприємств.

Ключові слова: енергетичні культури, верба, тополя, міскантус, ефективність, біопаливо, енергетична автономія.

Табл.: 5. Рис.: 7. Літ.: 19.

**EFFICIENCY OF GROWING ENERGY CROPS AND THEIR PROCESSING
INTO BIOFUELS IN THE CONTEXT OF ENSURING ENERGY
AUTONOMY OF AGRICULTURAL ENTERPRISES**

***KALETNIK Grygorii,
Doctor of Economics, Professor,
Academician of NAAS of Ukraine,
Head of the Department of Administrative Management and
Alternative Energy Sources,***

***TOKARCHUK Dina,
Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department of Administrative
Management and Alternative Energy Sources,
Vinnytsia National Agrarian University
(Vinnytsia)***

The article substantiates that the lack of a single interpretation of the concept of «energy crops» leads to difficulties in approaches to state incentives for the development of their production. It is determined that domestic scientists understand energy crops as a rule, as crops, grown for the use exclusively for energy purposes (willow, poplar, miscanthus, switchgrass, etc.). The classification of bioenergy crops by such features as: growing cycle, type, characteristics and the final product obtained, origin is considered.

It has been proved that growing of energy crops will have a positive effect for the economy (improving the state balance of payments, reducing energy costs, economic growth) and the environment (decarbonization, reducing emissions, land reclamation, etc.). The characteristics of energy crops in relation to growing conditions are given and a review of plant varieties for bioenergy use from the State Register of plant varieties suitable for distribution in Ukraine in 2021 is made. The peculiarities of the technology of growing giant miscanthus, energy willow and poplar are considered; economic calculations of efficiency of cultivation of miscanthus on one hectare are resulted. The experience in growing energy crops by the Yaltushkivka Research and Breeding Station, where miscanthus and energy willow plantations were laid in 2017 and the crops are used for self-sufficiency in energy resources, is analyzed.

Options for growing and further use of energy crops as fuel, including the sale of energy crops and biofuels based on them, as well as use for energy autonomy (direct combustion or production of pellets / briquettes with their further use within the enterprise) is considered. The choice of the most economically viable option depends on the specific conditions of the agricultural enterprises.

Key words: energy crops, willow, poplar, miscanthus, efficiency, biofuel, energy autonomy.

Table: 5. Fig.: 7. Lit. : 19.

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЫРАЩИВАНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ КУЛЬТУР
И ИХ ПЕРЕРАБОТКИ НА БИОТОПЛИВО В КОНТЕКСТЕ
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ АВТОНОМИИ АГРАРНЫХ
ПРЕДПРИЯТИЙ**

КАЛЕТНИК Г. Н.,
доктор экономических наук, профессор,
академик НААН Украины,
заведующий кафедрой административного менеджмента и
альтернативных источников энергии

ТОКАРЧУК Д. Н.,
кандидат экономических наук,
доцент кафедры административного менеджмента и
альтернативных источников энергии,
Винницкий национальный аграрный университет
(г. Винница)

В статье обосновано, что отсутствие единой трактовки понятия «энергетические культуры» приводит к сложностям в подходах к государственному стимулированию развития их производства. Определено, что отечественные ученые под энергетическими культурами понимают, как правило, культуры, которые выращивают для использования исключительно в энергетических целях (ива, тополь, мискантус, свитчграс т.д.). Рассмотрена классификация биоэнергетических культур по таким признакам как: цикл выращивания, тип, характеристики и получаемый конечный продукт, происхождение.

Доказано, что выращивание энергетических культур будет иметь положительные последствия для экономики (улучшение государственного платежного баланса, уменьшение стоимости энергоносителей, экономический рост) и экологии (декарбонизация, уменьшение выбросов вредных веществ, рекультивация земель и т.д.). Приведены характеристики энергетических культур относительно условий выращивания и сделан обзор сортов растений для использования в биоэнергетическом направлении с Государственного реестра сортов растений, пригодных для распространения в Украине на 2021 год. Рассмотрены особенности технологии выращивания мискантуса гигантского, энергетической ивы и тополя; приведены экономические расчеты эффективности выращивания мискантуса на одном гектаре. Проанализирован опыт в выращивании энергетических культур Ялтушковской опытно-селекционной станции, ученые которой в 2017 году заложили плантации мискантуса и энергетической ивы и используют их для самообеспечения энергетическими ресурсами.

Обоснованы варианты выращивания и последующего использования энергетических культур в качестве топлива, которые включают как реализацию собственно энергетических культур, так и биотоплива на их основе, а также использование для энергетической автономизации (прямое сжигание или производство гранул / брикетов с их последующим использованием в пределах предприятия). Выбор наиболее экономически выгодного варианта зависит от конкретных условий хозяйствования аграрных предприятий.

Ключевые слова: энергетические культуры, ива, тополь, мискантус, эффективность, биотопливо, энергетическая автономия.

Табл.: 5. Рис.: 7. Лит.: 19.

Постановка проблемы. На сучасному етапі розвитку держави альтернативні види палива виступають головним каталізатором нових глобальних тенденцій на ринку сільськогосподарської продукції, що об'єктивно зумовлено скороченням запасів корисних копалин, високою залежністю країни від імпорту нафти, зміною структури агропромислового виробництва,

постійним зростанням диспаритету цін на енергетичну, промислову й сільськогосподарську продукції [1, с. 289].

Очікується, що з усіх відновлюваних джерел енергії найбільший внесок, особливо у коротко- та середньостроковій перспективі, буде отримано від біомаси. Паливо, отримане з енергетичних культур, не тільки потенційно поновлюване, але також досить схоже за походженням на викопне паливо (праосновою якого є також біомаса) та може забезпечити пряму заміну. Біоенергетичні культури зручні для зберігання, транспортування, мають доступну ціну і можуть бути перетворені в широкий спектр енергоносіїв із використанням існуючих та нових технологій перетворення і, таким чином, потенційно можуть стати вагомою альтернативою традиційному паливу у двадцять першому столітті [2, с. 34].

Усе більше країн світу починають віддавати перевагу створенню плантацій високопродуктивних енергетичних культур із високою врожайністю біомаси та підвищеним вмістом целюлози як сировини для виробництва біопалива. До таких культур належать міскантус (*Miscanthus*), світчграс (*Panicumvirgatum*), енергетична верба (*Salix*), тополя (*Populus L.*). Невибагливість до ґрунтово-кліматичних умов вирощування дозволяє вирощувати ці багаторічні фітоенергетичні рослини на малопродуктивних ґрунтах із пересіченим рельєфом. Окрім власне енергетичної вигоди, це сприятиме збереженню ґрунту від водної ерозії, зменшенню втрат поживних речовин із поверхневим зливом і деградації ґрунтів. Крім того, ці рослини характеризуються низькою собівартістю вирощування, не потребують значного використання добрив та пестицидів. Це дозволить культивувати енергетичні рослини на землях, виведених із сівозміни.

Якщо оцінити увесь потенціал використання незадіяних земель нашої держави, то за даними Державної служби статистики України за 2018 рік [3] він становить 4 млн га, які можна визначити як теоретичний потенціал вирощування енергетичних культур. При його повному використанні можна замінити близько 20 млрд м³ природного газу. На думку голови Деженерегоефективності Ю. Шафраненко, технічно досяжний потенціал складає 2 млн га земель, що еквівалентно заміщенню 10 млрд м³ газу або 34% споживання (за даними АТ «НАК «Нафтогаз України» у 2019 р. Україна спожила 29,8 млрд м³ природного газу [4]). У грошовому вираженні використання цих земель для вирощування енергетичних культур дасть можливість імпортозаміщення на суму біля 1,8 млрд дол.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідженню технологічних та економічних аспектів вирощування енергетичних культур та їх подальшого використання на виробництво твердого біопалива присвячені праці багатьох науковців, серед яких Е. Алексопулов, М. Крістоу, І. Елефтеріадіс [5], І. Гончарук [6], М. Кулик, В. Калиниченко [7], Г. Калетнік [9], В. Воробей [8], Г. Гелетуха, С. Драгнєв, П. Кучерук, Ю. Матвєєв [10], Т. Железна, М. Жовмір [11], В. Кателєвський [12], В. Мазур [13], Н. Пришляк [2] та ін. Не дивлячись на їхній значний внесок у розвиток цієї тематики, потребують подальшого вивчення можливості використання енергетичних культур для

енергетичної автономізації підприємств, що особливо актуально для України.

Формулювання цілей статті. Метою наукового дослідження є обґрунтування ефективності вирощування окремих видів енергетичних культур та їх переробки на тверде біопаливо як вагової складової забезпечення енергетичної автономізації аграрних підприємств.

Виклад основного матеріалу дослідження. Трактують категорії «енергетичні культури» науковцями різняться, що є причиною виникнення складнощів у підходах до стимулювання їх виробництва і використання. Найбільш широко вживаним є визначення енергетичних культур як рослин, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо у ролі палива або для виробництва біопалива [2, с. 34; 10].

Енергетичні культури розрізняють за такими категоріями:

- цикл вирощування – однорічні (ріпак, соняшник) та багаторічні (верба, тополя);
- тип – деревоподібні (верба, тополя, павловнія), трав'янисті (міскантус, просо прутіподібне (свічграс));
- характеристики й, відповідно, отримуваний кінцевий продукт – олійні (ріпак/соняшник на біодизель), крохмале- та цукровмісні (цукрові буряки/кукурудза на біоетанол), лігноцелюлозні (верба/тополя для безпосереднього виробництва теплової та електричної енергії, виробництва твердих біопалив або отримання рідких біопалив 2-го покоління);
- «походження» – класичні культури, тобто призначені суто для енергетичних цілей (міскантус, двукісточник тростиноподібний) та сільськогосподарські культури, що вирощуються як для отримання харчових продуктів, так і з метою виробництва біопалив (ріпак на біодизель, цукрові буряки на біоетанол, кукурудза на біогаз) [10].

Більшість українських науковців під енергетичними культурами розуміють саме міскантус, вербу, тополь, тобто ті культури, які призначені суто для енергетичних цілей, інколи до цього переліку додають кукурудзу на біогаз.

Важливою передумовою успішного використання енергетичних культур є аналіз їх потенціалу на виробництво різних видів біопалива [8, с.12]. Щорічно Біоенергетичною асоціацією проводиться оцінка енергетичного потенціалу біомаси України. При цьому розглядають теоретичний та економічний потенціали.

Теоретичний потенціал – загальний максимальний обсяг наземної біомаси, теоретично доступної для виробництва енергії у фундаментальних біофізичних межах. Коли йдеться про біомасу сільськогосподарських, енергетичних культур і лісів, теоретичний потенціал – це максимальна продуктивність при теоретично оптимальному менеджменті з урахуванням обмежень, що впливають із температури, сонячної радіації та опадів. Економічний потенціал – частка технічного потенціалу, що задовольняє критерії економічної доцільності заданих умов. Він розраховується за допомогою коефіцієнту енергетичного використання [11, с. 58].

Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні, здійснена

Біоенергетичною асоціацією у 2018 році (табл. 1), показала, що складовими цього потенціалу є побічні продукти рослинництва (44% від загального потенціалу біомаси у 2018 році) та енергетичні культури (загалом 37% від загального потенціалу).

Таблиця 1

Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні, 2018 р.

Вид біомаси	Теоретичний потенціал, млн т	Потенціал, доступний для енергетики (економічний)	
		Частка теоретичного потенціалу, %	млн т н.е.
Солома зернових культур	32,8	30	3,36
Солома ріпаку	4,9	40	0,68
Побічна продукція (далі - ПП) кукурудзи (стебла, стрижні)	46,5	40	3,56
ПП соняшника (стебла, корзинки)	26,9	40	1,54
Вторинні залишки сільського господарства (лушпиння соняшника)	2,4	100	1,00
Деревна біомаса (паливна деревина, порубкові залишки, відходи деревообробки)	8,8	96	2,06
Деревна біомаса (сухостій, деревина із захисних лісосмуг, відходи обрізки та викорчовування багаторічних сільськогосподарських насаджень)	8,8	45	1,02
Біодизель (з ріпаку)	-	-	0,39
Біоетанол (з кукурудзи і цукрових буряків)	-	-	0,82
Біогаз з відходів та ПП АПК	2,8 млрд м ³ СН ₄	42	0,99
Біогаз з полігонів твердих побутових відходів (ТПВ)	0,6 млрд м ³ СН ₄	29	0,14
Біогаз зі стічних вод (промислових та комунальних)	0,4 млрд м ³ СН ₄	28	0,09
Енергетичні рослини:			
- верба, тополя, міскантус, на 1 млн. га незадіяних сільськогосподарських земель	11,5	100	4,88
- кукурудза (на біогаз), на 1 млн. га незадіяних сільськогосподарських земель	3,0 млрд м ³ СН ₄	100	2,57
ВСЬОГО	-	-	23,10

Джерело: за матеріалами [15]

При аналізі потенціалу енергетичних культур України береться до уваги, що їх вирощування доцільно здійснювати на малопродуктивних незадіяних сільськогосподарських землях.

Вирощування таких енергетичних рослин як верба, тополя, міскантус на 1 млн га дасть змогу отримати теоретичний потенціал у розмірі 11,5 млн т, частка економічного потенціалу складає 100%, що еквівалентно 4,88 млн т н.е. Вирощування кукурудзи на біогаз на площі 1 млн га – теоретичний потенціал отримання 3,0 млрд м³ СН₄ або 2,57 млн т н.е.

Використання енергетичних рослин як сировини для виробництва біопалива має низку переваг, які включають можливість заміщення природного газу, зменшення вартості енергоносіїв, рекультивацію земель, декарбонізацію, зменшення викидів шкідливих речовин, економічне зростання (рис. 1).

Урожайність енергетичних культур є головним фактором під час вибору виду культури для вирощування у визначеній місцевості і на пряму залежить від кліматичних, ґрунтових та інших умов.

Переваги поширення практики вирощування та використання енергетичних рослин					
<p style="text-align: center;">Заміщення природного газу</p> <p>- імпортозаміщення в щорічному обсязі біля 1,8 млрд \$; - покращення платіжного балансу держави.</p>	<p style="text-align: center;">Зменшення вартості енергоносіїв</p> <p>- можливість зниження тарифу на тепло на 10%.</p>	<p style="text-align: center;">Рекультивация земель</p> <p>- відновлення родючості земель.</p>			
<p style="text-align: center;">Декарбонізація</p> <p>- зменшення викидів CO₂; - часткове виконання Україною взятих на себе екологічних зобов'язань щодо зменшення обсягів викидів.</p>	<p style="text-align: center;">Зменшення викидів шкідливих речовин</p> <p>- зниження ризику утворення кислотних дощів за рахунок зменшення викиду діоксиду сірки.</p>	<p style="text-align: center;">Економічне зростання</p> <p>- залучення інвестицій, у т.ч. іноземних; - нові «зелені» робочі місця.</p>			

Рис. 1. Переваги вирощування енергетичних рослин

Джерело: узагальнено авторами

Культури мають різну потребу у воді, можуть значно відрізнятися за морозо- і посухостійкістю (табл. 2).

Таблиця 2

Характеристики енергетичних культур відносно умов вирощування

Культура	Температура, °C			Потреба у воді	Морозостійкість	Посухостійкість
	Проростання насіння	Росту культури				
		min	max			
Швидкозростаючі деревні культури						
Верба	-	0	3,0	висока	висока	низька
Тополя	-	0	30	середня	середня	середня
Евкالیпт	-	5	30	висока	низька	висока
Багаторічні трав'янисті культури						
Двокісточник тростиноподібний	>7	7	30	висока	висока	низька
Просо прутувидне	>15	10	35	середня	висока	середня / висока
Міскантус	>8	10	40	середня / висока	середня	низька
Артишок іспанський	>5	5	35	низька	низька	висока

Джерело: сформовано авторами на основі [5]

В Україні набули поширення різні види біоенергетичних культур, серед яких верба прутувидна, верба тритичинкова, верба біла, міскантус гігантський, міскантус цукроквітковий, просо прутуподібне, павловнія.

З переліком адаптованих для умов нашої держави сортів можна ознайомитися в Державному реєстрі сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік (табл. 3).

Таблиця 3

**Перелік сортів рослин для біоенергетичного напрямку використання із
Державного реєстру сортів рослин, придатних для поширення в
Україні на 2021 рік**

Назва сорту	Рік	Рекомендована зона вирощування*	Код реєстрації власника**
Верба прутовидна / <i>Salix viminalis</i> L.			
Катя / Katia	2019	СЛП	2300
M1 / M1	2019	СЛП	2300
Євангеліна / Yevanhelina	2019	СЛП	2300
Збруч / Zbruch	2018	СЛП	1751
Wilhelm/Wilhelin	2014	С	1947
Панфільська 2 / Panfyl's'ka 2	2014	ПЛ	1767
LINNEA/LINNEA	2014	ПЛС	1745
Марцяна / Martsyiana	2013	П	1819
Верба тритичинкова / <i>Salix triandra</i> L.			
Ярослава / Yaroslava	2018	ЛП	350
Панфільська / Panfyl's'ka	2014	ПЛ	1767
Верба біла / <i>Salix alba</i> L.			
CORVINUS/Corvinus	2016	ПЛС	1865
Міскантус гігантський / <i>Miscanthus x giganteus</i> J.M. Greef & Deuter ex Hodkinson & Renvoiz			
Біотех / Biotekh	2017	СЛП	191
Осінній зорецьвіт / Osinniizoretsvit	2015	ЛП	1751
Гулівер / Huliver	2015	ПЛ	348
Верум / Verum	2014	ПЛС	1955
Міскантус цукроквітковий / <i>Miscanthus sacchariflorus</i> (Maxim) Benth			
Снігова королева / Snihovakoroleva	2015	ПЛ	1751
Снігопад / Snihopad	2015	ПЛ	348
Просо прутоподібне / <i>Panicum virgatum</i> L. (Switchgrass)			
Лядовське / Liadovske	2018	ЛП	1751
Морозко / Morozko	2015	ЛП	1751
Зоряне / Zoriane	2015	ЛП	348
Міскантус китайський / <i>Miscanthus sinensis</i> Anderss.			
Велетень / Veleten	2017	ЛП	348
Місячний промінь / Misiachnyi	2015	ЛП	1751
Павловнія / <i>Paulownia</i> Sieb. et Zucc.			
Квінерджи / Kvinerdzhy	2020	СЛП	2247
Лілов / Lilov	2020	СЛП	1988
Фенікс / Feniks	2020	СЛП	736
ZE PRO / ZE PRO	2020	СЛП	2692
TURBO PRO / TURBO PRO	2020	СЛП	2692
Cotevisa 1 / Cotevisa 1	2019	СЛП	2489
Cotevisa 2 / Cotevisa 2	2019	СЛП	2489
Редька олійна / <i>Raphanus sativus</i> L. var. <i>oleiformis</i> Pers.			
КИЯНОЧКА / KYIANOCHKA	2017	ПЛ	348

*Позначення: П – Полісся; Л – Лісостеп; С – Степ

**Код/Назва власника:

191 - Мельничук Максим Дмитрович,

348 - Національний ботанічний сад ім. М. М. Гришка НАНУ,

350 - Національний університет біоресурсів і природокористування України,

736 - Товариство з обмеженою відповідальністю «Всеукраїнський науковий інститут селекції (ВНІС)»,

1745 - Лантманнен СВ Сід АБ (Швеція),

1751 - Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААНУ,
1767 - Панфільська дослідна станція Національного наукового центру «Інститут землеробства НААНУ»,
1819 - ТОВ «СаліксЕнерджи»,
1865 - Шільвануш Чопорт Кфт. (Угорщина),
1947 - Юрепіен Віллов Бріїдінг АБ (Швеція),
1955 - ТОВ «ЕНЕРГО АГРАР»,
1988 - Закарпатська державна сільськогосподарська дослідна станція Національної академії аграрних наук України,
2247 - Парінцева Лілія Юрїївна,
2300 - Мележик Леонід Петрович,
2489 - Комерціал Техніка у Віверос, С.Л (Іспанія),
2692 - Павловнія Професіональ С.Л. (Іспанія).

Джерело: сформовано авторами на основі [16]

Світчграс (просо прутоподібне) (*Panicum virgatum* L.) – це багаторічна рослина загону злакових. У природних умовах світчграс зростає на півночі Сполучених Штатів Америки. Висота світчграса в природних умовах досягає 25 метрів, штучно вирощений має висоту від 6 до 15 метрів.

Основні агроенергетичні характеристики: періодичність збирання – щорічно з другого року вегетації; термін використання плантації – 15-20 років; мінімальні вимоги до догляду; стійкість до високих температур і нестачі вологи. Вирощувати світчграс на біомасу дуже вигідно з економічного погляду. Культура має низьку вартість і практично не має ризиків при вирощуванні. Світчграс у сфері бізнесу відносно швидко приносить прибуток. Рослина дає високий рівень врожаю при зовсім малих вкладеннях, а значить витрачені кошти швидко окупаються. Світчграс, як альтернативне джерело енергії, найчастіше застосовується у вигляді твердого палива для котлів. Його можна спалювати в непереробленому вигляді або ж виготовляти паливні брикети чи гранули. Так, 1 т паливних гранул із проса прутоподібного (світчграсу) еквівалентна: 1,14 т деревини, 490 м³ природного газу, 399 кг дизельного палива, 437 кг мазуту, 779 кг кам'яного вугілля, 418 кг нафти.

Міскантус гігантський (*Miscanthus Giganthus*) – близький родич цукрової тростини, має прямий стосунок до роду трав'янистих багаторічних рослин сімейства мятликових (злаки). Переваги вирощування культури:

- може рости двадцять п'ять років на одному місці;
- можливість щорічного отримання біомаси;
- накопичує десять тонн підземної біомаси;
- забезпечує цілорічну зайнятість;
- фіторемедіація;
- біорізноманіття.

Технологія вирощування міскантусу гігантського (рис. 2) передбачає щорічне збирання біомаси, починаючи з третього року вегетації. На початковому етапі під час посадки необхідні спеціальні технічні засоби. Можна використовувати спеціально створені плантатори, які використовуються для посадки картоплі. Залежно від ґрунтово-кліматичних умов, рекомендована щільність посадки становить приблизно 18,5 тис. кореневищ на 1 га. Для збору вегетативної маси міскантусу можна використовувати класичну силосну техніку [17].

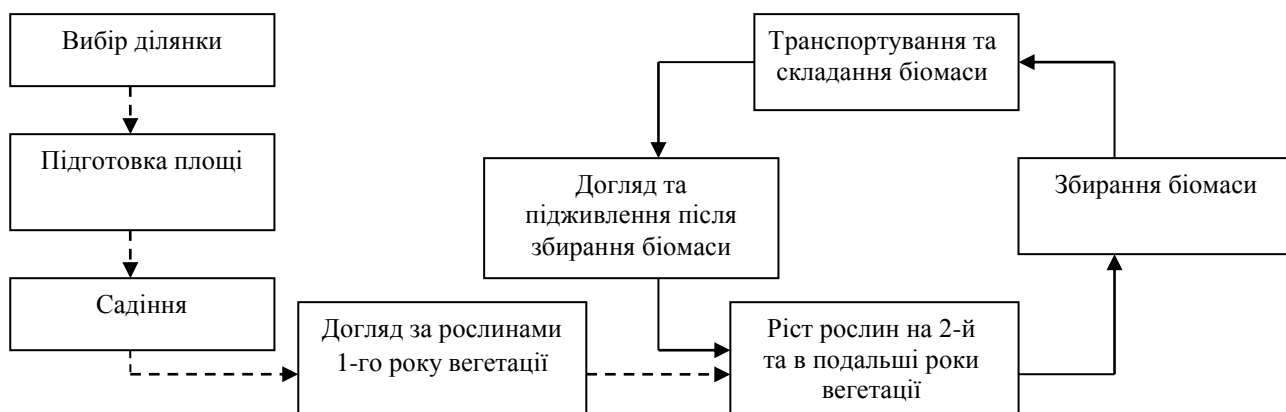


Рис. 2. Технологія вирощування міскантусу гігантського
 Джерело: узагальнено авторами на основі [12]

Економічні розрахунки ефективності вирощування міскантусу на одному гектарі, проведені науковцями Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, показали, що найбільше вкладених коштів припадає на перший рік – 57311 грн., проте, вже з другого року є можливість отримувати прибуток (рис. 3).

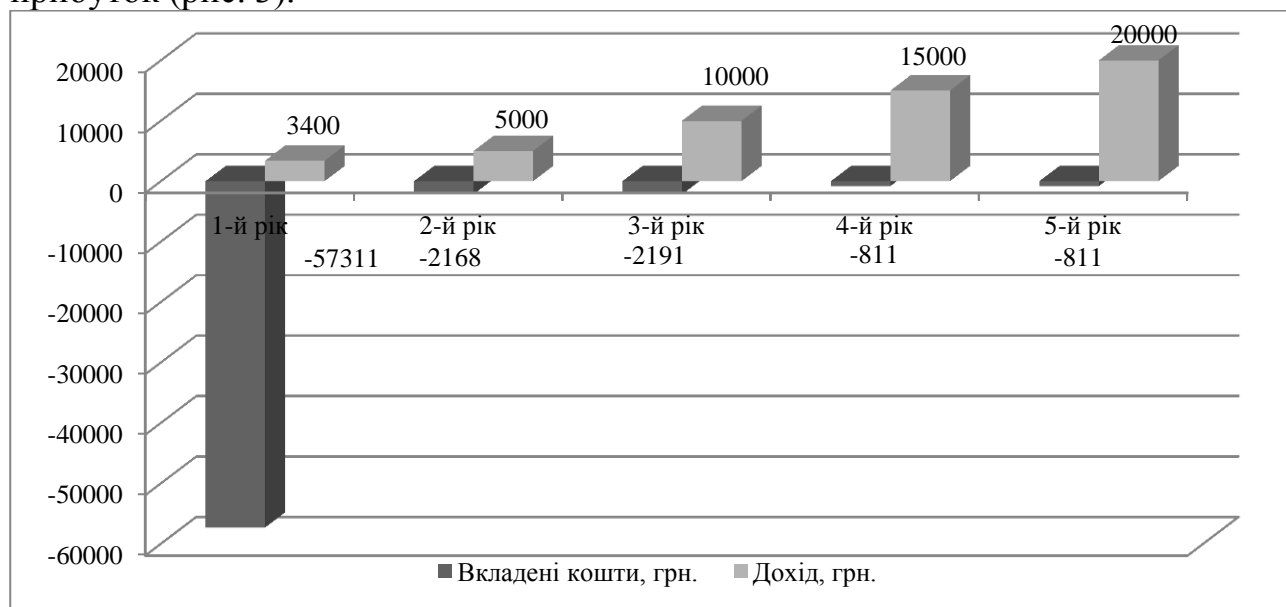


Рис. 3. Економічні розрахунки ефективності вирощування міскантусу на 1-му гектарі, грн.

Джерело: [12]

За рахунок високої врожайності сухої біомаси (до 25 т/га), високої теплотворної здатності (5 кВт·год/кг або 18 МДж / кг (пелети)), низької природної вологості стебел на зборі (до 15%), міскантус гігантський є однією із найефективніших рослин для виробництва біопалива порівняно з іншими культурами. Під час згоряння біомаси міскантусу гігантського виділяється менша кількість вуглекислого газу, ніж було його абсорбовано рослинами в процесі фотосинтезу, тому використання біопалива з міскантусу гігантського не сприятиме парниковому ефекту. Його стебла містять 64–71% целюлози, що

зумовлює високу енергетичну цінність. Сумарний вихід твердого біопалива з 1 га плантації складає 20–25 т [18].

Енергетична тополя (*Populus L.*) – це дерево, яке відносять до родини вербових. Існує безліч різновидів цієї рослини, в світі їх налічують більше ста. Енергетична тополя належить до багаторічних деревовидних енергетичних культур [13]. Тополя може вирости на будь-якому ґрунті, включаючи бідні і непродуктивні землі, непридатні для росту сільськогосподарських культур. Однією із основних умов для успішного росту дерева є достатній рівень вологи в ґрунті. Тому тополя в природі часто росте біля річок або на ґрунтах із неглибоким протіканням ґрунтових вод. Добре впливає на зростання тополі вміст у ґрунті вапна. Для росту тополі необхідно багато світла.

Технологія вирощування енергетичної тополі передбачає дотримання таких агротехнологічних вимог: густина посадки – до 9000 шт/га, а оптимальна довжина саджанця – 25 см, при посадці щонайменше одна брунька саджанця має залишитися над поверхнею землі. Рослину висаджують тільки навесні, 10 т тріски з тополі заміщує 2500 м³ природного газу [9, с. 22].

Основні агроенергетичні характеристики тополі: урожайність: 40–60 т/га, кожні 3–5 років; річний приріст: 16 т/га; продуктивність: 20–25 років; теплота згоряння складає 18 МДж/кг.

Успішним прикладом вирощування енергетичної тополі в Україні є компанія з французькими інвестиціями «Віорпроект», яка працює на українському ринку з 2011 року. Площа плантацій становить 400 га, з них 350 га – у Львівській області та 50 га – у Житомирській [9, с. 23].

З деревини тополі і відходів її деревообробки виготовляють паливні пелети, брикети для спалювання в котлах; частину деревини спалюють у необробленому вигляді. Використання біомаси тополі як енергетичної сировини може істотно зекономити кошти і при цьому не завдати шкоди природі, оскільки при згорянні тополі в атмосферу не виділяються токсичні складові.

Енергетична верба (*Salix*) – підходить для засадження на забруднених та малопродуктивних землях й ефективно застосовується в протиерозійних заходах для укріплення ґрунтів. Плантації енергетичної верби є природними фільтрами для видалення відходів агропромислового виробництва, використовуються як буферні зони в місцях накопичення біологічних відходів фермерських господарств та очищення ґрунтів від пестицидів. Навколо плантацій збільшується біологічне різноманіття флори та фауни [9, с. 19].

Серед широкого спектру високопродуктивних культур енергетична верба має значні переваги: є СО₂-нейтральною; 1 га енергетичної верби відповідає приблизно 4700 літрам олії; 1 га дає від 15 до 25 тонн деревної тріски на рік; верба вимагає мінімального використання пестицидів і може бути органічно вирощеною без особливих труднощів; очищає стічні води; виростає приблизно на 2 метри на рік – і до 10 см за добу; можна збирати багаторазово, кожні 2–4 роки; 1 л олії дає 2,5 кг сухої тріски, що відповідає 4,5 кг тріски з вмістом води 50%; енергетична верба виробляє приблизно у 20 разів більше енергії, ніж потрібно для вирощування та збору врожаю; для порівняння, пшениця має

енергетичну ефективність, яка лише у вісім разів переважає витрати.

Технологія вирощування енергетичної верби передбачає:

- підрізання кожні два-три роки за допомогою спеціальних машин взимку;

- зростання протягом п'яти років, перш ніж дасть найкращий урожай, тоді її можна збирати до тих пір, поки дерева не досягнуть 20–25 років, після чого їх потрібно буде викорчувати з корінням і висадити нові;

- збирання зазвичай взимку, вона також підходить для вирівнювання сезону посівів, тобто фермер переміщує частину своїх звичайних польових робіт із літа/осені на зиму;

- використання спеціалізованої техніки для закладання плантацій та збору.

Однією із проблем налагодження вирощування енергетичної верби українськими фермерами є те, що для закладення плантацій вони потребуватимуть спеціалізованої техніки. Для прикладу, закладання плантацій потребуватиме машин типу Egedal Energy Planter, вартість яких складає біля 110 тис. євро, а також для збору енергетичної верби будуть необхідні комбайни типу John Deere 7300, які потрібно оснастити спеціальною жаткою Salix head HSAB.

Для фермерських господарств це досить великі капіталовкладення. Купувати специфічну техніку для висадки енергетичної верби, що буде вирощуватись на території меншій, ніж кілька тисяч гектарів, не рентабельно. Вирішення проблеми полягає у співпраці з компаніями, які вже сьогодні займаються вирощуванням енергетичної верби і надаватимуть техніку в оренду.

У Європі невеликі компанії з вирощування енергетичної верби взагалі працюють без техніки – для певних операцій наймають компанію, у якої є всі необхідні машини. Така модель працює у Польщі, Німеччині, Данії, Швеції. У кожній європейській країні працюють компанії, в яких є спеціальні насадки для комбайнів, і до них звертаються, коли настає час збирати врожай енергетичної верби [19].

В Україні також можна взяти в оренду спеціалізовану техніку для вирощування верби. Зокрема, в ТОВ «Салікс Енерджі», основним видом діяльності якого є вирощування енергетичної верби для виробництва біомаси.

Серед компаній, які надають широкий спектр інших послуг підприємствам щодо організації виробництва є Укртепло, якою було створено Центр вирощування енергетичних рослин. Представники компанії виїжджають на місця, консультують щодо необхідних агротехнічних заходів, надають підтримку протягом першого року вирощування енергетичної верби.

Має досвід вирощування енергетичних культур і Ялтушківська дослідно-селекційна станція (далі – ДСС) Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків (далі – ІБЦіЦБ) Національної академії аграрних наук України, що входить до складу НВВК «Всеукраїнський науково-навчальний консорціум». На малопродуктивних землях, розчищених від сміттєзвалища, у 2017 році було закладено пілотну ділянку площею 1,7 га для вирощування енергетичної верби та міскантусу (рис. 4).

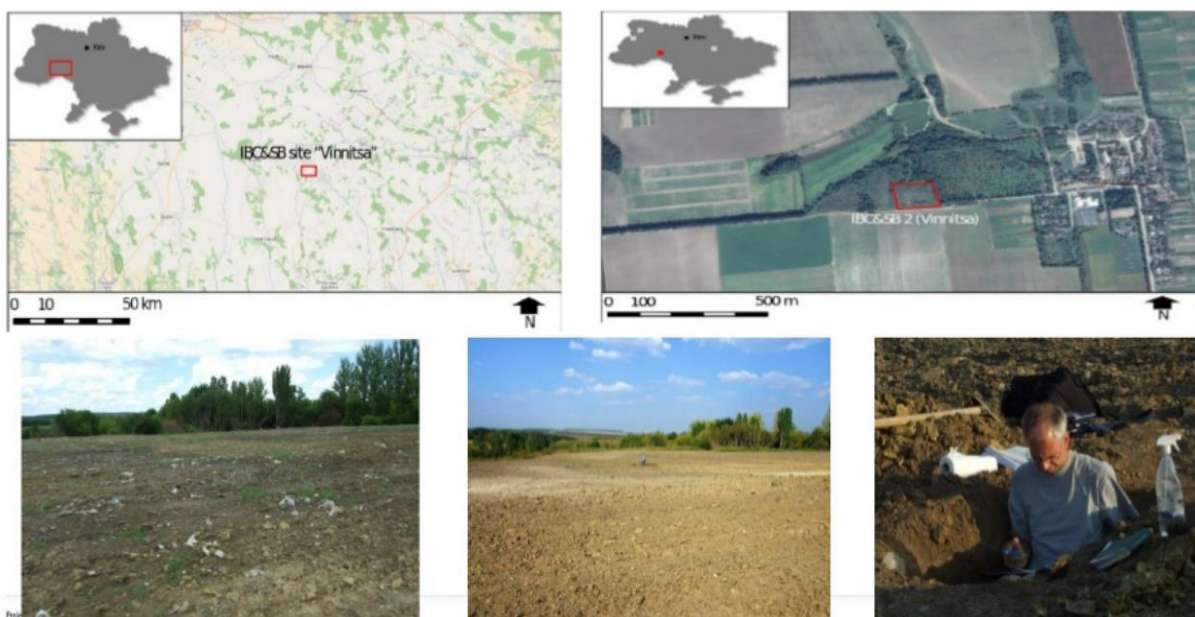


Рис. 4. Досвід Ялтушківської ДСС у закладанні плантацій енергетичних культур

Джерело: матеріали з Ялтушківської ДСС

Для посадки плантації енергетичної верби було розпушено ґрунт та проведено садіння енергетичної верби у садильні щілини, зроблені спеціально створеним агрегатом для їх нарізання. Науковцями дослідної станції ІБКіЦБ розмножені через культуру *in vitro* та вирощені такі сорти міскантусу як *Miscanthus siensis*, *Miscanthus late*, *Miscanthus new*, *Miscanthus early*.

Вирощена на дослідних ділянках ДСС біомаса використовується для енергетичної автономізації: для отримання теплоенергії, яка виділяється на обігрівання тепличного комплексу та приміщень станції. Енергетична верба подрібнюється до щепи (рис. 5), використовуються й інші види вирощеної біомаси.



Рис. 5. Щепи енергетичної верби, Ялтушківська ДСС

Джерело: матеріали з Ялтушківської ДСС



а



б

Рис. 6. Котли для спалювання біомаси енергетичних культур у Ялтушківській ДСС
а. прямого спалювання
б. газогенераторний для двофазного спалювання

Джерело: матеріали з Ялтушківської ДСС

Обігрів теплиць забезпечується роботою двох котлів прямого спалювання (рис. 6, а), другий поверх адміністративної будівлі опалюється завдяки газогенераторному котлу для двофазного спалювання щепи та відходів (рис. 6, б).

Основні енергетичні культури мають різний потенціал виробництва з них твердого біопалива (табл. 4). За виробництвом енергії з одного гектара лідерами є міскантус гігантський (311,9–419,0 ГДж/га) та енергетична верба (280,0–315,0 ГДж/га).

Таблиця 4

**Порівняльна характеристика енергетичних рослин для виробництва
твердого біопалива**

Культура	Вихід сухої маси, (т/га)/рік	Нижча теплота згорання, МДж/кг сух.м.	Виробництво енергії, ГДж/га	Вміст води в момент збору врожаю, %	Зола, %
Міскантус гігантський	8,0-32,0	17,5	311,9-419,0	15,0	3,7
Світчграс (просо прутноподібне)	9,0-18,0	17,0	266,8-312,2	15,0	6,0
Верба	8,0-20,0	18,5	280,0-315,0	53,0	2,0
Тополя	9,0-16,0	18,7	170,0-300,0	49,0	1,5

Джерело: сформовано авторами за даними [1; 7]

Існують різні варіанти вирощування і подальшого використання енергетичних культур у ролі палива, що передбачає такі варіанти як вирощування культур та їх реалізація підприємствам із виробництва твердого біопалива, використання для власної енергетичної автономізації (пряме спалювання або виробництво брикет/гранул та її спалювання), реалізація вторинної енергетичної продукції на ринку (рис. 7).



**Рис. 7. Варіанти використання енергетичних культур
(продаж/енергетична автономізація)**

Джерело: сформовано авторами

Розрахунок економічної ефективності вирощування енергетичних

культур на прикладі верби і використання її на виробництво твердого біопалива для енергетичної автономізації та реалізації у фермерському господарстві (з 5-го року вирощування) показав, що при наявній ринковій кон'юктурі підприємствам вигідніше реалізовувати продукцію, ніж використовувати для енергетичної автономізації (табл. 5).

Таблиця 5

Економічна ефективність вирощування верби і використання її на виробництво твердого біопалива у фермерському господарстві

Показники	Теоретична площа плантацій у фермерському господарстві 300 га
Урожайність сухої маси, т/га	23
Вихід сухої біомаси, т/рік	6900
Вихід твердого біопалива (10% вологи), т/рік	6210
Рентабельність самозабезпечення, %	67,3
Середня вартість 1 т твердого біопалива, грн.	2900
Прибуток на 1 т твердого біопалива, тис. грн.	703,10
Рівень рентабельності, %	72,5

Джерело: розраховано авторами

Вирощування енергетичних культур потребує підтримки з боку держави. Так, у ЄС компенсація фермеру сягає 50% вартості закладення плантацій, крім цього є і податкові преференції. В Україні доцільно запровадити звільнення від сплати оренди малопродуктивних та закинутих земель, що вводяться в обіг під вирощування енергетичних культур на 5 років, тобто до моменту отримання виручки, застосування податкових пільг по ПДВ та податку на прибуток, спрощене землевідведення.

Висновки. Біоенергетичні культури є важливою складовою біоенергетичного потенціалу України. Їх вирощування матиме низку позитивних ефектів, серед яких: заміщення природного газу, що сприятиме покращенню платіжного балансу нашої держави; можливість зниження тарифу на тепло для населення на 10%; рекультивация земель та їх відновлення; декарбонізація економіки та початок переходу до біоекономіки, що базується на використанні біологічних ресурсів у ролі енергоносіїв; економічне зростання в сільській місцевості завдяки створенню нових робочих місць, зростання надходжень до місцевих бюджетів у вигляді податків підприємств, які займаються вирощуванням енергетичних культур та їх переробкою на біопаливо тощо.

Технології вирощування енергетичної верби, тополі та міскантусу різняться, але їх об'єднує можливість вирощувати на малопродуктивних деградованих землях. Існують різні варіанти вирощування і подальшого використання біоенергетичних культур – продаж сировини (біопалива) або використання для енергетичної автономізації (пряме спалювання; виробництво і спалювання твердого біопалива). Підприємствам доцільно проводити розрахунки найбільш економічно вигідного варіанту відповідно до конкретних умов господарювання та враховувати кон'юктуру ринку.

Список використаних джерел

1. Скорук О.П., Токарчук Д.М. Економічна ефективність виробництва і споживання біогазу: світовий і український досвід. *Збірник наукових праць Таврійського державного агротехнологічного університету. Серія: Економічні науки.* 2012. № 2 (18), Т. 5. С. 289-298.
2. Пришляк Н.В. Потенційні можливості вирощування біоенергетичної сировини на виробництво твердого біопалива. *Агросвіт.* 2021. № 1-2. С. 33-45.
3. Державна служба статистики України: веб-сайт. URL: www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 10.02.2021).
4. АТ «НАК «Нафтогаз України»: веб-сайт. URL: <https://www.naftogaz.com/www/3/nakweb.nsf/0/3A25D65C2606A6C9C22570D800318869> (дата звернення: 10.02.2021).
5. Alexopoulou E., Christou M., Eleftheriadis I. Role of 4F cropping in determining future biomass potentials, including sustainability and policy elated issues. Biomass Department of CRES. 2010. URL: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/biomass_futures_future_biomass_potentials_role_of_4f_cropping_en.pdf (дата звернення: 15.02.2021).
6. Honcharuk I., Babyna O. Dominant trends of innovation and investment activities in the development of alternative energy sources. *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal).* 2020. №2 (54). P. 6-12.
7. Kulyk M., Kalynychenko V., Pryshliak N., Pryshliak V. Efficiency of Using Biomass from Energy Crops for Sustainable Bioenergy Development. *Journal of Environmental Management and Tourism.* 2020. Vol. XI, Fall, 5 (45). P. 1040-1053.
8. Калетнік Г. М. Виробництво та використання біопалив: Підручник. Вінниця: Консоль, 2015. 408 с.
9. Воробей В., Мелех Я., Гудз Н. Використання біомаси енергетичних культур у північних областях України. Волинська, Рівненська, Житомирська, Київська та Чернігівська області: Аналітичне дослідження. Львів, 2018. 59 с.
10. Гелетуша Г., Драгнев С., Кучерук П., Матвеев Ю. Практичний посібник з використання біомаси в якості палива у муніципальному секторі України (для представників агропромислового комплексу). 2017. URL: http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/f5/9c/f59c3f7f-8eca-4b6d-94cd-ffda1150f3ae/biofin.pdf (дата звернення: 17.02.2021).
11. Гелетуша Г.Г., Железна Т.А., Жовмір М.М., Матвеев Ю.Б., Дроздова О.І. Оцінка енергетичного потенціалу біомаси в Україні. Частина 1. Відходи сільського господарства та деревна біомаса. *Промислова теплотехніка.* 2010. Т. 32, №6. С. 58-65.
12. Кателевський В. Практичні аспекти вирощування міскантусу гігантського в світі та Україні. 2020. URL: https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/12/Katelevskiy_miscanthus_11-12-2020.pdf (дата звернення: 18.02.2021).
13. Мазур В.А., Любін М.В., Токарчук О.А. Засоби механізації процесу збирання та подрібнення біоенергетичних культур. *Техніка, енергетика, транспорт АПК.* 2017. № 2. С. 129-134.

14. Пришляк Н.В., Токарчук Д.М., Паламаренко Я.В. Забезпечення енергетичної та екологічної безпеки держави за рахунок біопалива з біоенергетичних культур і відходів. Вінниця: ТОВ «Консоль», 2019. 336 с.
15. Біоенергетична асоціація України: веб-сайт. URL: <https://uabio.org> (дата звернення: 15.02.2021).
16. Державний реєстр сортів рослин, придатних для поширення в Україні на 2021 рік (станом на 17.02.2021 р.). Київ: Міністерство розвитку економіки, торгівлі та сільського господарства України, 2021. 519 с.
17. Степанушко Л. Міскантус гігантський: гаряча пропозиція. URL: <https://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie> (дата звернення: 17.02.2021).
18. Міскантус: характеристика видів і правила агротехніки. URL: <https://tdazovcable.kiev.ua/miskantus-harakteristika-vidiv-i-pravila-agrotexniki> (дата звернення: 18.02.2021).
19. Енергетична верба як варіант для агробізнесу. Кейс від Salix energy. URL: <https://propozitsiya.com/ua/energetychna-verba-yak-variant-dlya-agrobiznesu-keys-vid-salix-energy> (дата звернення: 18.02.2021).

References

1. Skoruk, O.P., & Tokarchuk, D.M. (2012). Ekonomichna efektyvnist vyrobnytstva i spozhyvannia biohazu: svitovyi i ukraïnskyi dosvid [Economic efficiency of biogas production and consumption: world and Ukrainian experience]. *Zbirnyk naukovykh prats Tavriiskoho derzhavnoho ahrotekhnolohichnoho universytetu. Serii: Ekonomichni nauky – Collection of scientific works of Tavriya State Agrotechnological University. Series: Economic Sciences*, 2 (18), 5, 289-298 [in Ukrainian].
2. Pryshliak, N.V. (2021). Potentsiini mozhyvosti vyroshchuvannia bioenerhetychnoi syrovyny na vyrobnytstvo tverdoho biopalyva [Potential opportunities for growing bioenergy raw materials for the production of solid biofuels]. *Agrosvit – Agroworld*, 1-2, 33-45 [in Ukrainian].
3. Sait Derzhavnoi sluzhby statystyky Ukrainy [Site of the State statistics service of Ukraine]. *ukrstat.gov.ua*. Retrieved from: www.ukrstat.gov.ua [in Ukrainian].
4. Sait AT “NAK “Naftohaz Ukrainy” [Site of the joint-stock company “NJCK “Naftohaz of Ukraine”]. *naftogaz.com*. Retrieved from: <https://www.naftogaz.com> [in Ukrainian].
5. Alexopoulou, E., Christou, M., & Eleftheriadis, I. (2010). Role of 4F cropping in determining future biomass potentials, including sustainability and policy elated issues. *Biomass Department of CRES*. Retrieved from: https://ec.europa.eu/energy/intelligent/projects/sites/iee-projects/files/projects/documents/biomass_futures_future_biomass_potentials_role_of_4f_cropping_en.pdf [in English].
6. Honcharuk, I., & Babyna, O. (2020). Dominant trends of innovation and investment activities in the development of alternative energy sources *Wschodnioeuropejskie Czasopismo Naukowe (East European Scientific Journal)*,

2(54), 6-12 [in English].

7. Kulyk, M. Kalynychenko V. Pryshliak N., & Pryshliak V. (2020). Efficiency of Using Biomass from Energy Crops for Sustainable Bioenergy Development. *Journal of Environmental Management and Tourism*, XI, 5 (45). 1040-1053 [in English].

8. Kaletnik, G.M. (2015). *Vyrobnytstvo ta vykorystannia biopalyv [Production and use of biofuels]*. Vinnytsia: Konsol [in Ukrainian].

9. Vorobei, V., Melekh, Ya., Hudz, N. (2018). *Vykorystannia biomasy enerhetychnykh kultur u pivnichnykh oblastiakh Ukrainy. Volynska, Rivnenska, Zhytomyrska, Kyivska ta Chernihivska oblasti: Analitychne doslidzhennia [Use of biomass of energy crops in the northern regions of Ukraine. Volyn, Rivne, Zhytomyr, Kyiv and Chernihiv regions: Analytical research]*. Lviv [in Ukrainian].

10. Heletukha, H., Drahnev, S., Kucheruk, P., & Matvieiev, Yu. (2017). *Praktychnyi posibnyk z vykorystannia biomasy v yakosti palyva u munitsypalnomu sektori Ukrainy (dlia predstavnykiv ahropromyslovoho kompleksu) [A practical guide to the use of biomass as a fuel in the municipal sector of Ukraine (for representatives of the agro-industrial complex)]*. Retrieved from: http://bioenergy.in.ua/media/filer_public/f5/9c/f59c3f7f-8eca-4b6d-94cd-ffda1150f3ae/biofin.pdf [in Ukrainian].

11. Heletukha, H.H., Zheliezna, T.A., Zhovmir, M.M., Matvieiev, Yu.B., & Drozdova, O.I. (2010). Otsinka enerhetychnoho potentsialu biomasy v Ukraini. Chastyna 1. Vidkhody silskoho hospodarstva ta derevna biomasa [Assessment of biomass energy potential in Ukraine. Part 1. Agricultural waste and wood biomass]. *Promyslova teplotekhnika. – Industrial heat engineering*, 32 (6), 58-65 [in Ukrainian].

12. Katelevskyi, V. (2020). *Praktychni aspekty vyroshchuvannia miskantusu hihantskoho v sviti ta Ukraini [Practical aspects of growing giant miscanthus in the world and in Ukraine]*. Retrieved from https://uabio.org/wp-content/uploads/2020/12/Katelevskyi_miscanthus_11-12-2020.pdf [in Ukrainian].

13. Mazur, V.A., Liubin, M.V., & Tokarchuk, O.A. (2017). Zasoby mekhanizatsii protsesu zbyrannia ta podribnennia bioenerhetychnykh kultur. [Means of mechanization process of gathering and milling bioenergy cultures]. *Tekhnika, enerhetyka, transport APK – Engineering, Energy, Transport AIC*, 2, 129-134 [in Ukrainian].

14. Pryshliak, N.V., Tokarchuk, D.M., Palamarenko, Ya.V. (2019). *Zabezpechennia enerhetychnoi ta ekolohichnoi bezpeky derzhavy za rakhunok biopalyva z bioenerhetychnykh kultur i vidkhodiv*. Vinnytsia: TOV “Konsol” [in Ukrainian].

15. Sait Bioenerhetychnoi asotsiatsii Ukrainy [Site of the Bioenergy Association of Ukraine]. *uabio.org*. Retrieved from: <https://uabio.org> [in Ukrainian].

16. *Derzhavnyi reiestr sortiv roslyn, prydatnykh dlia poshyrennia v Ukraini na 2021 rik [State Register of Plant Varieties Suitable for Distribution in Ukraine for 2021]*. (2021). Kyiv: Ministerstvo rozvytku ekonomiky, torhivli ta silskoho hospodarstva Ukrainy [in Ukrainian].

17. Stepanushko, L. (n.d.) Miskantus hihantskyi: hariacha propozyitsia

[Miscanthus giant: a hot offer]. *propozitsiya.com*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/miskantus-gigantskiy-goryachee-predlozhenie> [in Ukrainian].

18. Miskantus: kharakterystyka vydiv i pravyla ahrotekhniki [Miscanthus: characteristics of species and rules of agricultural technology]. *tdazovcable.kiev.ua*. Retrieved from: <https://tdazovcable.kiev.ua/miskantus-xarakteristika-vidiv-i-pravila-agrotexniki> [in Ukrainian].

19. Enerhetychna verba yak variant dlia ahrobiznesu. Keis vid Salix energy [Energy willow as an option for agribusiness. Case from Salix energy]. *propozitsiya.com*. Retrieved from: <https://propozitsiya.com/ua/energetychna-verba-yak-variant-dlya-agrobiznesu-keys-vid-salix-energy> [in Ukrainian].

Відомості про авторів

КАЛЕТНИК Григорій Миколайович – доктор економічних наук, професор, академік НААН України, завідувач кафедри адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: rector@vsau.org).

ТОКАРЧУК Діна Миколаївна – кандидат економічних наук, доцент кафедри адміністративного менеджменту та альтернативних джерел енергії, Вінницький національний аграрний університет (21008, м. Вінниця, вул. Сонячна, 3, e-mail: tokarchyk_dina@ukr.net).

KALETNIK Grygorii – Doctor of Economic Sciences, Professor, Academician of NAAS of Ukraine, Head of the Department of Administrative Management and Alternative Energy Sources, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Soniachna str., e-mail: rector@vsau.org).

ТОКАРЧУК Dina – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor of the Department of the Administrative Management and Alternative Energy Resources, Vinnytsia National Agrarian University (21008, Vinnytsia, 3 Soniachna str., e-mail: tokarchyk_dina@ukr.net).

КАЛЕТНИК Григорій Николаевич – доктор экономических наук, профессор, академик НААН Украины, заведующий кафедрой административного менеджмента и альтернативных источников энергии, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: rector@vsau.org).

ТОКАРЧУК Дина Николаевна – кандидат экономических наук, доцент кафедры административного менеджмента и альтернативных источников энергии, Винницкий национальный аграрный университет (21008, г. Винница, ул. Солнечная, 3, e-mail: tokarchyk_dina@ukr.net).