

УДК 504:620.9

## МІСКАНТУС – ЕНЕРГЕТИЧНА КУЛЬТУРА ДЛЯ ОТРИМАННЯ БІОПАЛИВА

Л.С. ЯСТРЕМСЬКА, Р.І. ПРИШЛЯК, Ю.В. ФЕДОНЮК

Національний авіаційний університет, м. Київ

*Розглянуто особливості рослини роду *Miscanthus*, умови росту, хімічні властивості та використання міскантусу як перспективної енергетичної культури в Україні для отримання біопалива. Біомаса *Miscanthus* може використовуватися у якості екологічного заміника традиційних видів палива, а також для виробництва етанолу.*

**Ключові слова:** міскантус, біопаливо, енергетична культура.

**Вступ.** Найактуальним сьогодні для України є пошук нетрадиційних відновлювальних джерел енергії, серед яких на особливу увагу заслуговують енергетичні рослини, які є головним абсорбентом вуглекислого газу, утворюють високі врожаї біомаси, яку можна було б використати на енергетичні цілі для виробництва біопалива.

Енергетичні культури – це рослини, які спеціально вирощуються для використання безпосередньо як паливо або для виробництва біопалива [1]. Джерелом енергетичної сировини можуть бути як побічні продукти рослинного походження (солома, соняшникове лушпиння, стебла кукурудзи тощо), так і спеціально призначені для цього рослини – міскантус, світчграс (лозоподібне просо), верба, тополя [2–5]. Надходження рослинної вторинної сировини нестабільне і носить сезонний характер, що негативно впливає на ефективність роботи заводів по виробництву твердого біопалива.

Тому, особливої актуальності набуває вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних енергетичних рослин, що дозволить щорічно

одержувати необхідну кількість біомаси. Енергетичні рослини мають великий урожай і невеликі вимоги до вирощування. В перерахунку на еквівалент енергії витрати на вирощування таких культур значно менші, ніж вартість енергоносіїв, отриманих від традиційних джерел.

Одною з енергетичних рослин є деревоподібна трава міскантус. За кордоном активно ведуться дослідження з можливості використання целюлозовмісної сировини різних видів міскантусу.

**Мета роботи** – дослідити використання міскантусу як перспективної енергетичної культури для отримання біопалива та інших цінних продуктів в Україні.

**Загальна характеристика міскантусу.** Рід *Miscanthus* відноситься до родини злакових (*Poaceae*), порядку злакоkwіткових (*Poales*), царству зелених рослин (*Plantae*), домену *Eukaryota*. Систематика роду нестала, постійно піддається перегляду. Рід міскантус включає 17–20, за іншими джерелами понад 40 морфологічних видів [6,7], сотні генотипів у межах виду, що відрізняються розмірами кущів, стебел, забарвленням суцвіть, тощо. Найпопулярніші є: міскантус китайський (*Miscanthus sinensis*), міскантус цукроkwітковий (*M.sacchariflorus*), міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*) (рис. 1).

Міскантус – це високі багаторічні трави, які походять з Південно-Східної Азії, Китаю, Японії, Полінезії і Африки. Рослини висотою 80-200 см, зазвичай утворюють великі, досить пухкі дерновини з повзучими кореневищами. Стебла прямостоячі. Листя шкірясті, лусковидні. Листові пластинки шириною 0,5–1,8 см, лінійні або ланцето-лінійні, дуже жорсткі. Волоті завдовжки 10–30 см, більш-менш віялоподібні (з довгими бічними гілочками і сильно укороченою загальною остю); колоски довжиною 0,3–0,7 см, з однією цілком розвиненою kwіткою; нижні kwіткові луски коротші, перетинчасті, без ості або з остю. Коренева система потужна, глибока та сягає до 2,5 метрів вглиб ґрунту. Це дозволяє вирощувати його на середньо щільних ґрунтах з низьким рівнем ґрунтових вод [8].



*a*



*б*



*в*

Рис.1. Різні види міскантусу: *a* – китайський (*M. sinensis*);  
*б* – цукровітковий (*M.sacchariflorus*); *в* – гігантський (*M. giganteus*)

Міскантус китайський – добре тримає форму, розлого розростається,  
 міскантус цукровітковий – стрімко вегетує, утворює волотисте суцвіття, білого

кольору, квітки дрібні, в колосках з довгими, білими, шовковистими волосками, а міскантус гігантський – агресивний у рості, не завжди формує суцвіття.

**Історичні відомості про міскантус.** До Європи міскантус потрапив ймовірно у XVI столітті. В культурі – як оздоблювальна рослина декоративного садівництва, що продукує красиві буйні зелені кущі – з 1875 року. В такій формі міскантус проіснував аж до 1935 року, коли датський вчений Ансель Ольсен, вдруге відкрив рослину – завіз із Японії до Європи клони міскантусу, що стали основою для селекції рослин і поклали початок народженню нових його видів. Вперше гібрид міскантусу китайського (*M. sinensis*) та міскантусу цукроквіткового (*M. sacchariflorus*) був випробуваний у 80-х роках XX століття. Зважаючи на велетенський урожай, датський селекціонер Карл Фостер дав цій рослині назву *Miscanthus sinensis* «*Giganteus*», яку в подальшому було замінено на назву «*Miscanthus giganteus*». В наші часи *Miscanthus x giganteus* (слонова трава), що є аллотриплоїдним гібридом *M. sinensis* та *M. sacchariflorus* розкрив перед вченими й практиками, які здійснюють пошук біоенергетичних культур для виробництва якісної і дешевої біосировини, іншу, цінну свою особливість, що упродовж довгих років була таємницею, а у XXI столітті таки принесла їй світове визнання, що дозволяє конкурувати їй навіть із такими традиційними видами палива, як вугілля та деревні рослини [9].

**Умови вирощування міскантусу.** Різні види, сорти міскантусу пристосовані до різноманітних умов обробітку, використанням біомаси рослини та продуктів її переробки як джерело енергії.

Види роду міскантус характеризуються високим урожаєм, морозостійкістю та швидким ростом. Після одноразової посадки культуру можна збирати щорічно (рис. 2) протягом 15–20 років з мінімальною врожайністю порядку 10–15 сух. т/га [10] з максимальною до 25-35 сух. т/га [11–12].

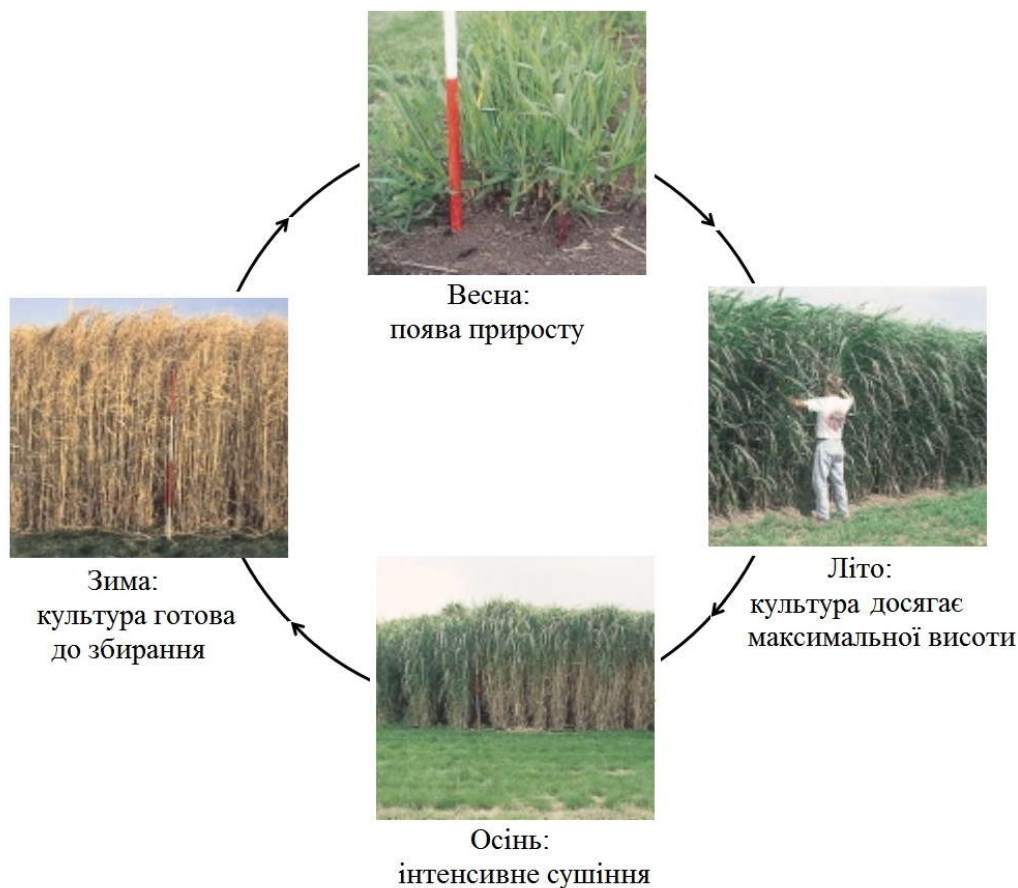


Рис. 2. Річний цикл плантації міскантусу

Термін посадки припадає на квітень – травень, враховуючи можливість ушкодження рослин пізніми заморозками [10]. Збирання врожаю здійснюється в період спокою рослин, після відтоку пластичних речовин у кореневу систему та опадання листя, коли вологість стебел мінімальна (в березні місяці). Міскантус скошують, подрібнюють та перероблюють на пелети.

Для виробництва сухої маси міскантусу необхідна річна кількість опадів на рівні 600–700 мм. Для розвитку листків необхідна мінімальна температура +5...+10 °С. Хоча оптимальна температура для процесу фотосинтезу міскантусу складає +28...+32 °С, проте, в умовах клімату Східної Європи сума добових температур є достатньою для досягнення високих врожаїв біомаси [11]. В наших кліматичних умовах рослини міскантусу піддаються впливу низьких температур. Це найбільше ускладнює закладання і утримання плантації [12].

Міскантус стійкий до хвороб, тому хімічний захист не потрібний. В перший рік вирощування здійснюється механічне прополювання в міжряддях. Вимоги до добрив у міскантуса є відносно невисокими. З врожаєм 20 т сухої маси на 1 га міскантус виносить близько 60 кг N, 16 кг P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 80 кг K<sub>2</sub>O при помірному рівні удобрення [13].

Високі врожаї міскантуса можуть бути отримані на різних типах ґрунту – від піщаних до високородючих. Оптимальний показник рН знаходиться в межах 5,5–7,5, хоча він стійкий до широкого діапазону кислотності ґрунтів. Міскантус добре росте за температури ґрунту вище 6 °С, тому потенційний сільськогосподарський сезон значно більший, ніж для інших культур [13].

Розмножується міскантус саджанцями або частинами кореневищ дво- та трирічних рослин (ризомами), які повинні найменше мати 2–3 бруньки. Ділення ризомами менш затратне, ніж розмноження саджанцями (приблизна вартість саджанця становить 0,15 €), а нові рослини більш сильні. На 1 м<sup>2</sup> висаджується 2–4 саджанці на глибину 10–20 см [11].

**Хімічний склад міскантуса.** Целюлоза, геміцелюлоза та лігнін – три основні речовини, які входять у сировину міскантуса (табл.1).

Таблиця 1

**Хімічний склад целюлози, геміцелюлози та лігніну у міскантусі, % [7]**

Вид міскантуса	Генотип	Час врожаю	Целюлоза	Геміцелюлоза	Лігнін	Зольність
<i>M. giganteus</i>	EM101	Листоп.	50.34	24.83	12.02	2.67
		Лютий	52.13	25.76	12.58	2.74
<i>M. sacchariflorus</i>	EM105	Листоп.	49.06	27.41	12.10	2.29
		Лютий	50.18	28.11	12.13	2.16
<i>M. sinensis</i> (г)	EM108	Листоп.	43.06	33.41	9.27	3.47
		Лютий	45.36	32.99	9.70	2.71
<i>M. sinensis</i>	EM1011	Листоп.	43.18	33.98	9.69	3.19
		Лютий	45.52	33.83	10.32	3.04
<i>M. sinensis</i>	EM1015	Листоп.	47.59	33.00	9.23	2.44
		Лютий	52.20	30.56	9.34	2.22

Хімічний вміст є різним для різновидів і генотипів міскантусу, але целюлоза є головним складовим компонентом, 40–60 % і формує каркас, геміцелюлози становлять 20–40% і є матричною речовиною, що складається з різних полісахаридів, на лігнін доводиться 10–15%, він забезпечує жорсткість структури [7, 14]. Вважається, що кристалічні області целюлози важче деградувати, ніж аморфні домени через сильне міжмолекулярне водневе з'єднання. Для *Miscanthus sinensis* було встановлено, що початкова швидкість гідролізу целюлози збільшується зі зменшенням кристалічності [7]. Збір врожаю міскантусу в лютому як правило, призводить до підвищення вмісту целюлози, геміцелюлози та лігніну та знижує вміст золи для більшості видів міскантусу [7].

Порівняння хімічного складу *M. giganteus* зі складом іншої рослини сировини (табл. 2) виявило, що міскантус гігантеус за хімічним складом наближається до соломи інших злакових культур, зокрема пшениці, і порівняно з листяною деревиною (березою) містить більше полісахаридів (целюлози і пентозанів), що свідчить про можливість його використання (крім біопалива) для одержання волокнистих напівфабрикатів для виробництва паперу і картону [13].

Таблиця 2

### Хімічний склад рослинної сировини, %

Сировина	Розчинність у		Смоли, жири, воски	Лігнін	Пенто- зани	Целю- лоза	Холо- целюлоза	Зольність
	воді	NaOH						
Міскантус гігантеус	6,2	24,4	2,2	24,4	23,4	42,9	62,6	2,7
Пшенична солома	10,1	38,4	5,2	18,6	26,4	46,2	67,7	4,2
Береза	2,2	11,2	1,8	21,0	10,7	41,0	64,7	0,5
Сосна	6,7	19,4	3,4	27,5	10,4	47,0	63,2	0,2

**Використання міскантусу як енергетичної культури на промисловому рівні.** Завдяки низьким експлуатаційним витратам та високій тривалості життя види роду *Miscanthus* можуть збагатити асортимент енергетичних культур України. Можливе розроблення ресурсозберігаючих технологій перероблення стебел міскантуса гігантеуса на біопалива, целюлозовмісну продукцію для

целюлозно-паперової, фармацевтичної, деревопереробної та інших галузей промисловостей (рис. 3) [15–16].



Рис. 3. Галузі використання міскантусу

**Виробництво твердого біопалива.** Міскантус є ефективним для виробництва твердого біопалива (пелет), який відповідає основним європейським стандартам за основними еколого-енергетичними характеристиками: теплотою згорання, зольністю, щільністю, вмістом екологічно небезпечних домішок (табл. 3). Українські виробники пелет орієнтуються на європейські стандарти, тому що в державі досі не існує відповідних стандартів, і ринок слабо розвинений [13].

Таблиця 3

**Характеристика паливних пелет [13]**

Характеристика	Зразки пелет з <i>M. giganteus</i>	Вимоги європейських стандартів до паливних пелет
Вологість, %	10	не більше 10,0
Зольність, % від а.с.с.	4,88	не більше 3,0
Щільність, кг/дм <sup>3</sup>	1,26	1,0–1,4
Теплота згорання МДж/кг	18,9	не менше 16,0



Роль зв'язуючої речовини в пелетах виконують компоненти рослинної сировини, зокрема лігнін, який під дією тиску і температури розм'ягчує структуру частинок міскантуса і сприяє з'єднанню та зміцненню частинок рослинної сировини в кінцевому продукті – пелетах. З наведених к табл. 3 даних видно, що лабораторні зразки паливних пелет задовольняють вимоги стандартів, але мають дещо вищу зольність. Підвищена зольність паливних пелет із міскантуса пояснюється значно більшим, ніж у деревині, вмістом мінеральних речовин, що характерно для всіх представників не деревної рослинної сировини.

При цьому зольність паливних пелет із міскантуса нижча, ніж з екологічно небезпечного шлаку із кам'яного вугілля (зольність до 20 %) або бурого вугілля (зольність до 40 %). До того ж, зола із стебел міскантуса є калійним добривом. Важливими характеристиками паливних пелет є також екологічна чистота та енергобезпечність, пожежебезпечність при зберіганні, мінімальна кількість викидів окису вуглецю в атмосферу при спалюванні та відсутність неприємного запаху. Вони не виділяють диму, копоті, чадного газу та інших шкідливих речовин на відміну від дров або вугілля. Тому можна стверджувати, що паливні пелети із міскантуса можуть розглядатися як альтернатива традиційним видам палива.

Енергетична цінність спалювання біомаси міскантуса прирівнюється до деревини і становить до 19 МДж/кг (табл. 4). Крім того, попіл після спалювання використовується в якості добрива на тій же плантації.

Головна перевага міскантусу перед ріпаком та соломкою зернових культур – щорічний вихід до 20-30 т сухої сировини з 1 га протягом двадцяти років, що з точки зору енергетичного еквіваленту становить близько 10 т мазуту або 15-20 т кам'яного вугілля з 1 га. Важливою особливістю є щорічна здатність даної сировинної бази до поновлення, тобто стійкість створеної на її основі енергетичної системи, що є найважливішою її господарсько-економічною особливістю.

### Теплотворна здатність різних видів сировини

Види сировини	Теплотворна здатність палива, МДж/кг
Солома зернових культур	10,5
Тріски дерев, тирса	10,5–12,0
Гранули з соломи	14,0–18,8
Гранули з деревини	16,0–19,5
Брикети з деревини	16,8–21,0
<b>Гранули з міскантусу</b>	<b>17,0–19,0</b>
Гранули з лузги соняшнику	18,5–20,0
Кора	19,5
Кам'яне вугілля	27,0–30,0
Мазут	41,0

**Виробництво рідкого біопалива.** Міскантус – целюлозовмісна сировина, яку можна перероблювати у рідке біопаливо – етанол. Однак, міцність сировини до всіх зовнішніх впливів обумовлює взаємозв'язок целюлози, геміцелюлози і лігніну, тому для її деструкції застосовують різні способи попередньої обробки (механічні, хімічні) необхідної для відокремлення основних компонентів [7]. Виявлено, що хімічна попередня обробка міскантусу розведеним розчином азотної кислоти дозволяє отримувати лігноцелюлозний субстрат з міскантусу з високою реакційною здатністю до ферментативного гідролізу з отриманням етанолу 71–83 % від теоретично можливого [17, 18].

**Використання міскантусу іншими країнами.** Країни ЄС розширюють площі під виробництво міскантусу. Якщо у 90-х роках насадження міскантусу в країнах ЄС займали всього 170 га, то вже у 2011 році ці площі збільшилися у десятки разів (рис. 4.).

Більше всього у Великобританії – до 11100 га (хоча середня врожайність 10–15 т/га), розвивають міскантусні проекти та розширюють площі під культуру у Франції, Ірландії, Німеччині, Австрії, Швеції (450–3000 га), розглядають як цінну сировину з численними можливостями – Італія, Бельгія, Нідерланди, Данія (64–100 га) [9].

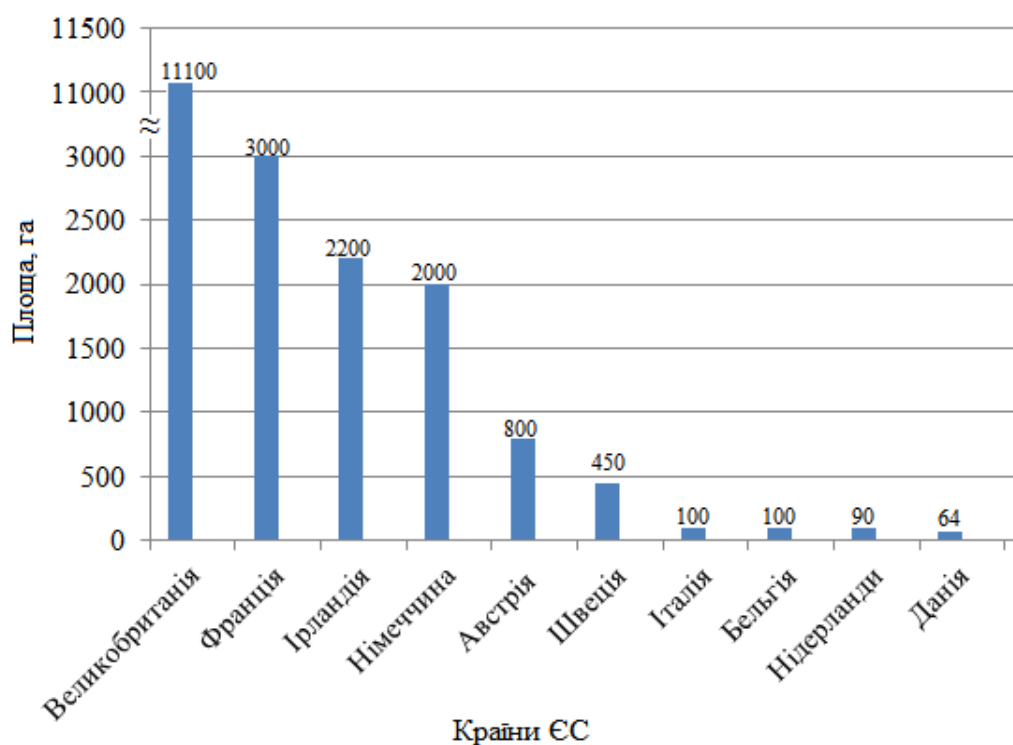


Рис. 4. Площі, які відведені під міскантус у країнах ЄС

У Китаї міскантус вже замінив велику частину деревини, що йшла на виробництво паперу. Американські вчені віддали перевагу міскантусу, за його врожайність, ріст на низькоякісних ґрунтах, тим самим вивільняючи площі необхідні під вирощування зернових культур.

**Використання міскантусу в Україні.** Проривом на українському ринку альтернативних видів палива можна вважати той факт, що в регіонах з'явилися компанії, які взялися за вирощування посадкового матеріалу енергетичних культур та пішов процес масового закладання промислових плантацій міскантусу [19]. Перші плантації міскантусу в Україні були висаджені у Харківський й Житомирський обл. (2006–2007 рр.), з 2008 р. працюють над заміщенням традиційних видів палива альтернативними у Тернопільській обл. У 2013–2015 роках з'явилися вже промислові плантації міскантусу й у інших регіонах України (рис. 5).

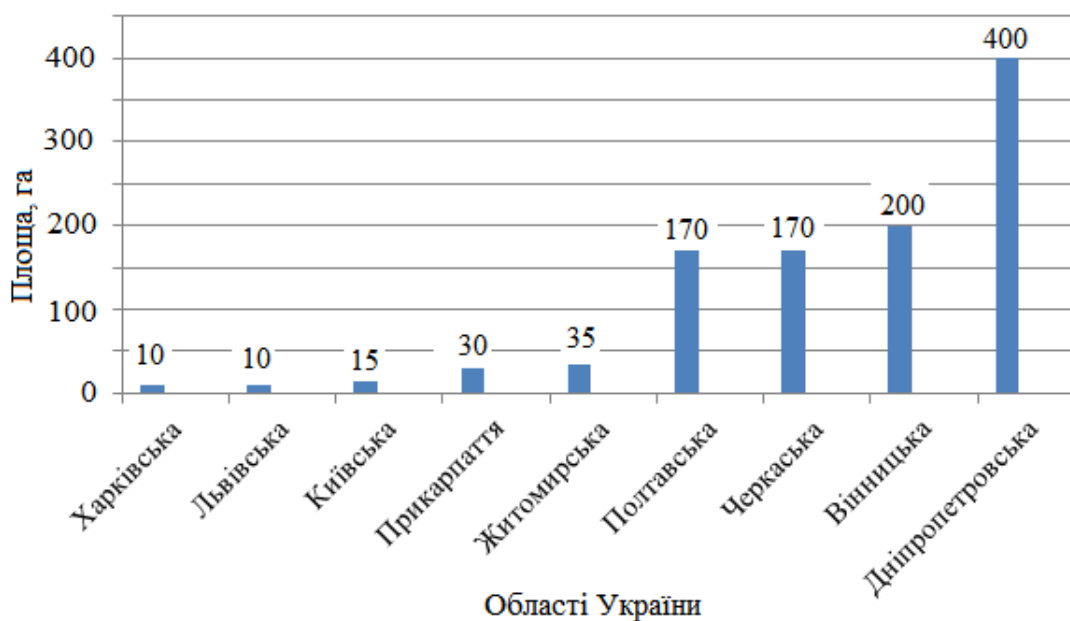


Рис. 5 Промислові плантації міскантусу в Україні

Активна робота проводиться для вдосконалення існуючих форм та отримання нових сортів міскантусу, тим більше, що невибаглива й морозостійка культура добре прижилася в наших широтах. До Держреєстру сортів рослин, придатних для поширення в Україні та до Держреєстру прав інтелектуальної власності на сорти рослин включено вітчизняні сорти міскантусу гігантського – «Універсальний», «Поліський», «Енергетичний», «Осінній зорецвіт» та сорт міскантусу китайського «Місячний промінь» [20].

Розроблено спосіб мікроклонального розмноження міскантусу в культурі *in vitro*. Удосконалюються технології вирощування міскантусу, його переробки [21]. Підтверджено можливість зменшення радіаційного забруднення та поліпшення якості ґрунту, вирощуванням міскантусу на радіоактивно-забруднених територіях [22].

## ВИСНОВКИ

Рослинна біомаса енергетичної рослини *Miscanthus* є найбільш оптимальною в плані забезпечення сталого розвитку сировинної бази в Україні. Головна перевага даного виду енергетичної культури перед іншими культурами – щорічний вихід до 15–25 т сухої сировини з 1 га протягом двадцяти років.

Вирощування енергетичної рослини міскантусу сприяє підвищенню родючості земель та зменшує викиди в навколишнє середовище вуглекислого газу.

Важливою особливістю є щорічна здатність даної сировинної бази до поновлення, тобто стійкість створеної на її основі енергетичної системи, що є найважливішою її господарсько-економічною особливістю.

Технологія отримання твердого біопалива з біомаси *Miscanthus* складається: з закладки посівних площ, посадки і вирощування; збору, транспортування та складування сухої біомаси і підготовки її для переробки в біопаливо; переробка біомаси міскантусу у біопаливо гранулюванням.

Біомаса міскантусу може використовуватися у якості екологічного замітника традиційних видів палива, а також для виробництва етанолу. Енергетична цінність спалювання біомаси міскантусу прирівнюється до деревини, а пелети за теплотворною здатністю перевершують інші види палива.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сучасний стан та перспективи розвитку біоенергетики в Україні / [Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Кучерук П.П., Олійник С.М.] // Аналітична записка БАУ №9. – Біоенергетична асоціація України, 2014. – 32 с. – Режим доступу: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-9-ua.pdf>
2. Енергетичні рослини як альтернатива традиційним видам палива / [Хіврич О. Б., Квак В. М., Каськів В. В. та ін.] // Агробіологія. – 2011. – Вип. 6. – С. 153–157.
3. Роїк М.В. Перспективи вирощування енергетичної верби для виробництва твердого біопалива / Роїк М.В., Гументик М.Я., Мамайсур В.В. // Біоенергетика. – 2013. – № 2. – С. 18–19.
4. Івахів В. Енергетична верба як рішення для малих міст України [Електронний ресурс] / В. Івахів / – Режим доступу: <http://ua-energy.org/post/27476>.
5. Досвід та перспективи вирощування тополі (*Populus sp.l.*) в південному степу України / [Фучило Я.Д., Сбитна М.В., Фучило О.Я., Літвін В.М.] // Наукові

праці Лісової академії наук України: збірник наукових праць. – 2009. – Вип. 7. – С. 66–69.

6. Новая форма мискантуса китайского (Веерника китайского *Miscantus sinensis* Anders.) как перспективный источник целлюлозо содержащего сырья / В.К. Шумный, С.Г. Вепрев, Н.Н. Нечипоренко [и др.] // Вестник ВОГиС. – 2010. – Т. 14, № 1. – С. 122–126.

7. *Miscanthus*: a fast-growing crop for biofuels and chemicals production / [Brosse N., Dufour A., Meng X. et al.] // Biofuels, Bioprod. Bioref. – 2012. – DOI: 10.1002/bbb.1353

8. Аксенов Е.С. Декоративное садоводство для любителей и профессионалов. Травянистые растения / Е.С. Аксенов, Н.А. Аксенова – М.: АСТ-ПРЕСС, 2001. – 512 с.

9. Ягольник О.О. Мискантус витримав удар і виграв перший раунд в Україні / О. О. Ягольник // Біоенергетика. – 2015. – № 2. – С. 18–24.

10. Гелетуха Г.Г. Перспективи вирощування та використання енергетичних культур в Україні / Гелетуха Г.Г., Железна Т.А., Трибой О.В. // Аналітична записка БАУ № 10. – 2014. – 33 с. – Режим доступу: <http://uabio.org/img/files/docs/position-paper-uabio-10-ua.pdf>

11. Pude R. Uprawa i zbiory trzciny *Miscantus* w Europie / R. Pude // Polsko-Niemiecka Konferencja na temat wykorzystania trzciny chinskiej (Polczyn Zdoj, 27-2 wrzesnia 2000). – Polczyn Zdoj, 2000. – P. 11–25.

12. Зинченко В.А. Интродукция культуры *Miscantus sinensis* формы “*Giganteus*” с целью разработки технологии его выращивания для создания энергетических плантаций быстрого оборота / В.А. Зинченко // Агроекологические аспекты устойчивого развития АПК : сб. материалов VII междунар. науч. конф. / Брянский ГСХА. – Брянськ, 2010. – С. 327–334.

13. Романчук Л.Д. Особливості вирощування енергетичних культур в умовах Полісся України: з кн. Перспективи розвитку альтернативної енергетики на Поліссі України / Романчук Л.Д., Зинченко В.О., Василюк Т.П. // відп. ред. О. В. Скидан. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – С. 81–111.

14. Feedstocks for lignocellulosic biofuels / [Somerville C., H.Youngs, C.Taylor et al.] // Science. – 2010. – Vol. 329. – P. 790–792.
15. Цыганов А.Р. Биоэнергетика: энергетические возможности биомассы / А.Р. Цыганов, А.В. Клочков. – Минск: Беларус. наука, 2012. – 143 с.
16. Барбаш В.А. Ресурсозберігаючі технології перероблення стебел міскантуса / Барбаш В.А., Зінченко В.О., Трембус І.В. // Наукові вісті НТУУ "КПІ". – 2012. – № 5 – С. 118–123.
17. Байбакова О.В. Биоконверсия лигноцеллюлозного субстрата мискантуса в этанол / О.В. Байбакова // Фундаментальные исследования. – 2015. – Т.2, №13. – С. 2783–2786.
18. Байбакова О. В. Биотехнологические аспекты биосинтеза этанола из мискантуса/ О.В. Байбакова, Е.А. Скиба // Вавиловский журнал генетики и селекции. – 2014. – Т. 18, № 3. – С. 564–572.
19. На шляху до створення плантацій енергетичних культур / [Кравчук В., Новохацький М., Кожушко М. та ін.] // Техніка та технології АПК. – 2013. – № 2. – С. 31–35.
20. Роїк М.В. Сучасний стан розвитку селекції та реєстрації представників роду *Miscanthus* в Україні та світі / Роїк М.В., Гонтаренко С.М., Лашук С.О. // Зб. наук. праць ІБКіЦБ. – 2014. – Вип. 21. – С. 249–254.
21. Лось Л.В. Вирощування і газифікація біопалив ефективний шлях вирішення “енергетичних” і екологічних проблем на прикладі міскантуса гігантеуса / Лось Л.В., Зінченко В.О., Жайвороновський В.Р. // Вісник ЖНАЕУ. – 2011. – Т.1, №2. – С. 46–58.
22. Особливості росту міскантуса гігантеуса в умовах радіоактивного забруднення / Зінченко В. О., Мартинюк Г. М., Зінченко О. В. [та ін.] // Наука. Молодь. Екологія – 2009 : Зб. матеріалів V наук.-практ. конф. студентів, аспірантів та молодих вчених, 27–29 трав. 2009 р. – Житомир, 2009. – С. 138–140.
23. Кухарець С.М. Особливості конверсії рослинної біомаси сільськогосподарського походження: з кн. Перспективи розвитку альтернативної

енергетики на Поліссі України / С.М. Кухарець, В.В. Кухарець // відп. ред. О. В. Скидан. – К.: Центр учбової літератури, 2014. – С. 113–120.

***MISCANTUS – ENERGY CULTURE FOR THE PRODUCTION OF  
BIOFUEL***

***L.S. YASTREMSKAYA, R.I. PRYSHLYAK, Y.V. FEDONYUK***

*National Aviation University, Kyiv*

*Features of plants of the genus Miscanthus, growth conditions, chemical properties and use of miscanthus as a perspective energy culture in Ukraine for biofuel production are considered. Miscanthus biomass can be used as an ecological substitute for traditional fuels, as well as for the production of ethanol.*

***Keywords:*** *miscanthus, biofuel, energy culture.*

***МИСКАНТУС – ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ  
БИОТОПЛИВА***

***Л.С. ЯСТРЕМСКАЯ, Р.И. ПРИШЛЯК, Ю.В. ФЕДОНЮК***

*Национальный авиационный университет, г. Киев*

*Рассмотрены особенности растения рода Miscanthus, условия роста, химические свойства и использование мискантуса как перспективной энергетической культуры в Украине для получения биотоплива. Биомасса Miscanthus может использоваться в качестве экологического заменителя традиционных видов топлива, а также для производства этанола.*

***Ключевые слова:*** *мискантус, биотопливо, энергетическая культура.*