

ВПЛИВ СПОСОБУ ВИРОЩУВАННЯ Й КІЛЬКІСНИХ ПОКАЗНИКІВ РОСЛИН НА ВРОЖАЙНІСТЬ БІОМАСИ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО

Кулик Максим Іванович

доктор сільськогосподарських наук, професор
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0003-0394-5846
kulykmaksym@ukr.net

Рожко Ілона Іванівна

доктор філософії
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID: 0000-0002-0646-4004
ilona.rozhko1@ukr.net

Жукова Владислава Миколаївна

аспірантка
Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна
ORCID: 0009-0003-3420-3922
vladyslava.zhukova@st.pdau.edu.ua

Отримання біомаси як альтернативного джерела енергії для забезпечення енергопотреб територіальних громад на сьогодні є актуальним питанням. Адже рослини біомаси – найбільш доступний та щорічно поновлюваний енергоресурс.

Мета роботи полягала у вивченні впливу способу вирощування з бобовими культурами на врожайність біомаси міскантусу гігантського (*Miscanthus Anderss*), рослину сировину якого цілком можливо застосувати як сировину для виробництва біопалива. В умовах центральної частини Лісостепу України було проведено польові дослідження протягом 2021-2022 рр. Застосовували методику дослідної справи в агрономії та наукові рекомендації до вирощування енергетичних культур. Схема досліджує поєднуване рендомізоване розміщення варіантів (способи вирощування міскантусу гігантського): варіант 1 – одновидові насадження міскантусу (контроль), варіант 2 – вирощування міскантусу сумісно з люпином багаторічним (*Lupinus perennis* L.), 3 варіант – вирощування міскантусу сумісно з люцерною серповидною (*Medicago falcata* L.), 4 варіант – вирощування міскантусу сумісно з конюшиною червоною (*Trifolium pratense* L.). Кількісні показники рослин визначали відповідно до затверджені методик, а врожай біомаси – ваговим методом. Зв'язки між показниками встановлювали на основі кореляційно-регресійного аналізу; для оцінки суттєвих відмінностей між варіантами застосовували методи дисперсійного аналізу. Визначено, що кількісні показники рослин міскантусу гігантського, залежно від способів вирощування культури мали значне варіювання. Встановлено, що найбільшу врожайність сухої біомаси за роки дослідження (17,3 т/га) отримали на варіантах сумісного вирощування з люпином, істотно менше – при вирощуванні культури з люцерною та конюшиною. Визначено істотний вплив кількісних показників за коефіцієнтом кореляції ($r > 0,7$) на врожайність біомаси міскантусу. У бінарних насадженнях врожайність біомаси міскантусу гігантського формується за рахунок висоти й густоти стеблостою ($r > 0,7$), менший вплив має середня довжина листка та їхня кількість на стеблі ($r > 0,31-0,69$). Отриману біомасу міскантусу гігантського доцільно використовувати для виробництва твердих видів біопалива.

Ключові слова: сумісні насадження, кількісні показники, бобові культури, міскантус гігантський, врожайність, біомаса.

DOI <https://doi.org/10.32782/agrobio.2024.1.13>

Вступ. Для розвитку будь-якої країни важливу роль відіграють енергетика, економіка та екологія. Енергетика є визначальною, оскільки впливає на розвиток економіки та стан екології. Вона значною мірою обумовлює економічний потенціал країни й добробут населення, а також має найбільший вплив на довкілля, екосистеми й біосферу в цілому. Будь-які екологічні проблеми (зміна клімату, парниковий ефект, кислотні опади, забруднення середовища тощо) прямо чи опосередковано пов'язані з виробництвом або використанням енергії.

Енергетика як галузь виробництва розвивається швидкими темпами, тому гарантування енергетичної без-

пеки нашої країни та зниження антропогенного впливу цієї галузі на довкілля – важливе завдання сьогодення. Вирішити цю проблему можливо за умови використання альтернативних джерел енергії (Polianskyi et al., 2017).

Реальною альтернативою викопним копалинам є рослинна біомаса. Нині особливої уваги заслуговує напрям, пов'язаний з виробництвом твердих видів палива. Впровадження цього напрямку відбувається за рахунок вирощування нових видів високопродуктивних багаторічних рослин. Одним з видів енергетичних рослин для виробництва біопалива є міскантус гігантський (*Miscanthus giganteus*). У перспективі вирощування цієї

культури дасть змогу гарантовано отримувати необхідні обсяги біомаси відповідної якості та поновлювану енергію (Kurylo et al., 2018).

В Україні завдяки вирощуванню міскантусу гігантського можна вирішити кілька проблем. По-перше, – використовувати для вирощування малопродуктивні землі (яких за різними оцінками в Україні налічують від 3 до 4 млн. гектарів) для їх майбутнього відновлення. По-друге, зменшити залежність від викопних джерел енергії – газу та вугілля. Вирішити ці завдання науковці пропонують шляхом використання високої продуктивності міскантуса. За сприятливих погодних умов урожайність сухої біомаси культури може становити понад 20 т/га (Prushliak, 2021).

Визначено, що застосування поновлювальних джерел енергії на шляху до розвитку біоенергетики має значні перспективи розвитку як в регіонах, так і в державі в цілому. Базисом є виробництво електричної та теплової енергії з різних видів біопалив рослинного походження. Виробництво та трансформація біомаси в різні види енергії здійснюється в три етапи. Перший етап – це вирощування та збирання біомаси енергетичних культур. Другий етап передбачає перетворення біомаси в біопаливо. Третій етап – безпосереднє виробництво енергії з наступним постачанням її споживачам (Kulyk & Radalka, 2020).

Отже, враховуючи високий потенціал за врожайністю біомаси, її сталість та з урахуванням стану довкілля, вивчення біологізації технології вирощування міскантусу гігантського задля отримання біопалива має актуальне значення.

Матеріали і методи досліджень. Польовий дослід було закладено та проведено в центральній частині Лісостепу України (на базі Полтавського державного аграрного університету), згідно з методикою дослідної справи в агрономії (Rozhkov et al., 2016; Rozhkov et al., 2016). Ґрунти дослідних ділянок – чорноземи типові з середнім умістом гумусу (3,4 %). Вміст лужно-гідролізованого азоту становить 192,5 мг/кг, фосфору – 616,0 мг/кг, калію – 775,0 мг/кг, рН сольове 7,2.

Погодні умови років проведення досліджень наведено на рис. 1.

Середньомісячна температура повітря протягом вегетаційного періоду міскантусу в цілому відповідала середньо-багаторічним показникам. Окремі переви-

щення температури зафіксовані в липні 2021 року, нижче норми у 2022 році відмічені в червні та серпні.

Визначено, що протягом періоду вегетації міскантусу гігантського (травень-вересень) окремі роки липня й серпня 2021 року були надмірно зволоженими (вище норми). Кількість опадів протягом травня-червня серпня-вересня 2022 року була нижчою середньо-багаторічних показників. Загалом погодні умови були сприятливими для росту й розвитку рослин міскантусу.

Дослідження проводили з сортом міскантусу гігантського Гулівер. Схема експерименту поєднувала способи вирощування міскантусу гігантського в чотириразовому повторенні за рендомізованого розміщення варіантів: варіант 1 – одновидові насадження міскантусу (контроль), варіант 2 – вирощування міскантусу сумісно з люпином багаторічним (*Lupinus perennis* L.), 3 варіант – вирощування міскантусу сумісно з люцерною серповидною (*Medicago falcata* L.), 4 варіант – вирощування міскантусу сумісно з конюшиною червоною (*Trifolium pratense* L.).

Обробіток ґрунту, догляд за насадженнями, облік кількісних показників міскантусу гігантського здійснювали відповідно затверджених наукових рекомендацій (Rakhmetov et al., 2017; Kulyk et al., 2017; Kurylo et al., 2016) та рекомендацій (Rakhmetov et al., 2017; Hanzhenko et al., 2016; Romanchuk et al., 2014). Облік врожайності біомаси проводили поділянково, розпочинаючи з третього року вегетації міскантусу.

Зв'язки між показниками встановлювали на основі кореляційно-регресійного аналізу, дисперсійний аналіз результатів досліджень (із визначенням HIP_{05}) здійснювали з використанням комп'ютерної програми Statistica.

Результати. За результатами досліджень встановлено, що кількісні показники рослин міскантусу гігантського, залежно від способів вирощування культури, мали значне варіювання за чинниками, які були поставлені на вивчення (табл. 1).

Незалежно від умов року дослідження суттєво більші значення кількісних показників рослин: довжина (184,3–197,5 см) й кількість стебел в куці (32,9–34,2 шт.), а також кількість листків (10,4–11,0 шт.) та їх довжину (130,1–132,2 см), порівняно з контрольними варіантами, міскантус гігантський забезпечив на варіантах сумісного вирощування з люпином, дещо менші – на варіантах вирощування з люцерною та конюшиною. У однови-

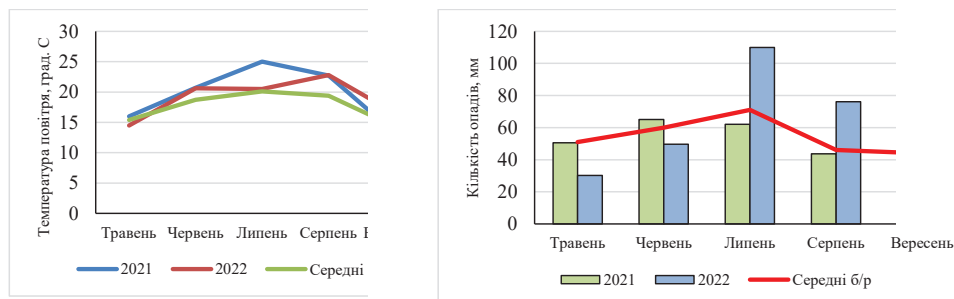


Рис. 1. Погодні умови за роки проведення досліджень: а – середньомісячна температура повітря, °С; б – середньомісячна кількість опадів, мм, 2021–2022 рр.

Біометричні показники рослин міскантусу гігантського третього й четвертого років вегетації (2021-2022 рр.)

Рік вегетації (фактор А)	Спосіб вирощування* (фактор Б)	Середня довжина стебел, см	Кількість стебел в куці, шт.	Кількість листків на стеблі, шт.	Середня довжина листка, см
третій (2021)	варіант 1	152,1	25,7	9,6	118,6
	варіант 2	184,3	32,9	10,4	130,1
	варіант 3	180,2	28,1	10,1	120,4
	варіант 4	145,4	26,8	9,8	119,5
четвертий (2022)	варіант 1	168,5	26,0	9,9	119,5
	варіант 2	197,5	34,2	11,0	132,2
	варіант 3	180,3	30,2	10,6	124,3
	варіант 4	170,1	28,4	10,0	121,2
Середнє		172,3	29,0	10,2	123,2
НІР ₀₅ фактор (А)		10,7	9,6	0,46	1,8
НІР ₀₅ фактор (Б)		12,4	1,8	0,07	2,5
НІР ₀₅ взаємодії факторів (АВ)		0,34	0,19	0,23	0,4

Примітка: * варіант 1 – одновидові насадження міскантусу (контроль), варіант 2 – сумісне вирощування міскантусу з люпином багаторічним, 3 варіант – сумісне вирощування міскантусу з люцерною серповидною, 4 варіант – сумісне вирощування міскантусу з конюшиною червоною.

дових насадженнях (контрольні варіанти) ці показники були суттєво меншими порівняно з варіантами сумісного вирощування міскантусу з бобовими культурами.

Встановлено, що спосіб вирощування міскантусу гігантського має вплив і на врожайність культури за сухою біомасою (рис. 2).

Встановлено, що врожайність сухої біомаси міскантусу гігантського залежить від способу вирощування культури та має чіткий тренд до щорічного збільшення. Урожайність рослин третього року вегетації за варіантами досліджу вартувала – від 14,6 до 15,6 т/га, та від 16,8 до 18,9 т/га – на четвертий рік.

Найбільшу врожайність сухої біомаси за роки дослідження (17,3 т/га) отримали на варіантах сумісного вирощування з люпином. Істотно нижчим цей показник виявився на контролі (15,7 т/га) та при вирощуванні міскантусу з люцерною та конюшиною, відповідно – 16,5 і 16,2 т/га за $NIP_{05}=0,23$.

За результатами проведеного кореляційно-регресійного аналізу визначено кількісні показники, що мають середній, або сильний зв'язок із врожайністю біомаси міскантусу на 5 % рівні значущості (рис. 3).

Загалом за роки дослідження встановлено таку залежність. За всіма варіантами досліджу врожайність біомаси міскантусу гігантського залежала як від довжини, так і кількості стебел ($r > 0,7$), отримано щільний коефіцієнт кореляції. Середню кореляцію визначено між врожайністю й довжиною листка ($r = 0,44...0,62$) та їхньою кількістю на рослині ($r = 0,41...0,61$), що підтверджується достовірними коефіцієнтами кореляції при рівні значущості 5 %.

Обговорення. Визначальними чинниками, що обумовлюють врожайність міскантусу гігантського є біометричні показники рослин. Гументик М. Я. та інші науковці (Humentyk et al, 2015), своїми дослідженнями визначили, що мінливість кількісних показників рослин пов'язана як

з елементами технології вирощування, так і погодними умовами вегетаційного періоду. При цьому не менш важливим фактором є видові особливості культури при багаторічному циклі вирощування з відповідною агротехнікою.

Урожайність сухої біомаси міскантусу збільшується поступово з 2–4 т/га першого року до 15–12 т/га – другого і до 25–30 т/га – третього року вирощування. Структура біомаси має типові складові для біопаливної сировини: близько 50 % целюлози, 30 % лігніну. Порівняно з соломою зернових культур суха біомаса міскантусу має невисокий вміст золи – до 2–4 %, низький вміст калію й натрію в поєднанні з підвищеним вмістом кальцію й магнію, що сприяє високій температурі згоряння та зменшує імовірність шлакування при спалюванні в твердопаливних котлах (Kulyk et al., 2020).

Фітомаса енергетичних культур використовується не тільки як сировина для біопалива виробництва, а й має широкий спектр застосування. Вона переробляється на різні джерела енергії: тверде паливо, біодизель і біоетанол, а також біогаз, можливе генерування електроенергії. Компоненти для хімічної промисловості (біополіетилен, біопластики тощо) і продукти більш глибокого хімічного синтезу (фармацевтичні препарати, фарби, лаки тощо) також можна отримати з біомаси. Окрім цього, міскантус має нейтральний баланс CO_2 при вирощуванні та переробці сировини та фітореємедіаційні властивості (Khivrych et al., 2011).

Вихід твердого біопалива й вихід енергії з насаджень міскантусу збільшуються завдяки висаджуванню ризомів у ранні строки на глибину загортання 9 см і становлять 11,79-13,16 т/га і 199-210 ГДж/га (Kurylo et al., 2010).

Сучасний рівень продуктивності посівів та насаджень біоенергетичних культур та обсяги виробництва біопалива є ще недостатніми для забезпечення внутрішніх енергетичних потреб країни. Тому, підвищення рівня вро-

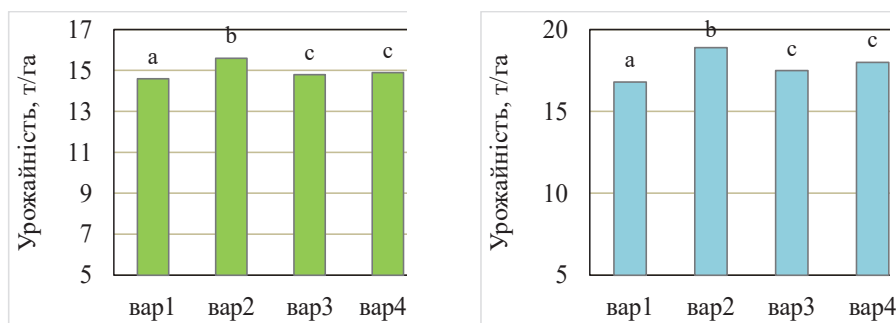


Рис. 2. Урожайність міскантусу гігантського за сухою біомасою (т/га) третього й четвертого років вегетації: а – 2021 рік, б – 2022 рік.

Примітка: варіант 1 – одновидове насадження міскантусу (контроль), варіант 2 – сумісне вирощування міскантусу з люпином багаторічним, 3 варіант – сумісне вирощування міскантусу з люцерною серповидною, 4 варіант – сумісне вирощування міскантусу з конюшиною червоною.

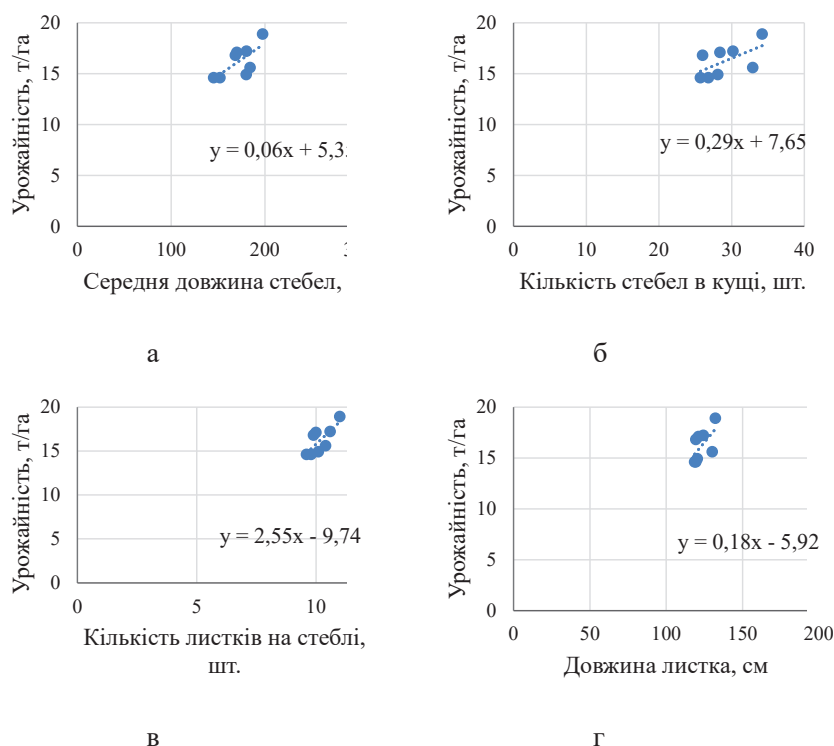


Рис. 3. Кореляційно-регресійний аналіз між кількісними показниками рослин (а – довжина стебла, б – кількість стебел в куці, в – кількість листків на стебло, г – середня довжина листка) та врожайністю біомаси міскантусу (середнє за 2021-2022 рр.)

жайності біомаси завдяки ефективному використанню системи агрозаходів сприятиме прискоренню темпів розвитку нової галузі біоенергетики України. Питання з вивчення біоенергетичних культур як поновлювальних джерел енергії з кожним роком набувають актуальності. Значний внесок у дослідження з проблем використання біомаси та удосконалення технології вирощування біоенергетичних культур зробили такі вчені, як Роїк М. В., Курило В. Л., Сінченко В. М., Гелетуха Г. Г., Каленська С. М., Рахметов Д. Б., Фучило Я. Д., Бондар В. С., Фурса А. В., Харитонов М. М., Доронін В. А., Іващенко О. О., Макух Я. П., Сторожик Л. І., Ганженко О. М., Саблук В. Т., Кулик М. І., Слюсар І. Т., Федорчук М. І., Квак В. М., Ман-

дровська С. М. та ін. (Gumentyk M. et al., 2018), (Roik M. V. et al., 2021), (Humentyk, M. Ia., et al., 2018), (Kurylo, V. L., et al., 2016), (Roik, M. V., et al., 2014), (Kvak, V. M., 2013), (Rakhmetov, D. B., et al., 2015), (Bordus, O. Iu. et al., 2023), Penkova, S. V., et al., 2023).

Найближчими роками необхідно наростити обсяги виробництва біомаси, впровадити ефективні технології вирощування та адаптувати їх до конкретних ґрунтово-кліматичних умов. Водночас в Україні налічується до 4 млн га площ малопродуктивних земель, на яких можливо вирощувати біоенергетичні культури. У зв'язку з цим, для ведення ефективного землеробства на низькопродуктивних землях необхідний сучасний сталий під-

хід з розробки енергоощадних технологій. Поряд з цим постає питання вдосконалення та оптимізації технологічних процесів вирощування та збирання біомаси енергокультур. У перспективі це дозволить створити на їх основі високопродуктивні промислові плантації та задовільнити потреби споживачів (Roik et al., 2019).

Нині вивчення шляхів збільшення обсягу біомаси енергетичних культур для біопаливного використання набуває актуального значення, що пов'язують із можливістю отримання додаткової енергії із поновлюваного рослинного ресурсу. Не менш важливим чинником при цьому є стан довкілля. Адже за вирощування енергокультур мінімізується вплив на навколишнє середовище та дотримується принцип сталості. Саме тому метою нашого дослідження було встановити вплив біологізації вирощування міскантусу гігантського на основі сумісного вирощування з бобовими культурами (без застосування добрив) на врожайність біомаси.

Висновки.

1. Встановлено, що сумісне вирощування з бобовими культурами (люпином багаторічним, люцерною серповидною, конюшиною червоною) збільшує кількісні показники рослин міскантусу гігантського (довжина стебла, кількість стебел на рослині, середня довжина листка, середня кількість листків на рослині). Найбільше значення цих біометричних показників відмічено на варіантах вирощування міскантусу гігантського із люпином багаторічним, істотно менше – при вирощуванні культури з люцерною серповидною та конюшиною червоною.

2. Сумісне вирощування міскантусу гігантського з бобовими культурами суттєво збільшує врожайність сухої маси. Прибавка врожаю міскантусу гігантського на варіантах сумісного вирощування з люпином багаторічним становила в середньому за роки 1,55 т/га, за середньої врожайності 17,3 т/га. Прибавка врожаю біомаси з конюшиною червоною та люцерною серповидною, порівняно із контролем (15,7 т/га) була відповідно 0,45 і 0,75 т/га за врожайності 16,15 і 16,45 т/га.

3. За коефіцієнтами кореляції визначено, що врожайність міскантусу гігантського при сумісному вирощуванні з бобовими культурами формується за рахунок висоти та густоти стеблостою ($r > 0,7$), меншою мірою залежить від довжини листків ($r = 0,44...0,62$) та їх кількості на рослині ($r = 0,41...0,61$).

Застосування запропонованого способу вирощування міскантусу гігантського (сумісні насадження) дозволить екологізувати технологію вирощування (знижити пестицидне навантаження на ґрунти), збільшити обсяг біомаси для щорічного надходження біопалива для опалення приміщень, знизити обсяги споживання природного газу, а при перетворенні біомаси в електроенергію – отримати дешеве освітлення для потреб територіальних громад.

Перспективи подальших досліджень полягатимуть у вивченні особливостей формування врожайності біомаси залежно від нових способів вирощування міскантусу гігантського та розробки логістичних ланцюгів постачання біомаси до споживачів.

Бібліографічні посилання:

1. Bordus, O. Iu., & Humentyk, M. Ia. (2023) Vdoskonalennia tekhnolohii vyroshchuvannia pavlovnii yak syrovyny dlia vyrobnytstva biopalyva. [Improving the technology of growing paulownia as a raw material for the production of biofuel]. Zbirnyk materialiv II Vseukrainskoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Innovatsiini ekolohobezpechni tekhnolohii roslynnytstva v umovakh voiennoho stanu». Kyiv.. 36-38. (in Ukrainian).
2. Doronin, V. A., Dryha, V. V., Kravchenko, Yu. V., & Doronin V. V. Osoblyvosti rostu ta rozvytku miskantusu zalezno vid yakosti sadyvnoho materialu. [Peculiarities of miscanthus growth and development depending on the quality of planting material] Visnyk Umanskoho natsionalnoho universytetu sadivnytstva. 2017, 2. 19–24. Access mode: http://nbuv.gov.ua/UJRN/vumnuc_2017_2 (in Ukrainian).
3. Gumentyk M., & Kharytonov M. (2018) Development and assessment of technologies of Miscanthus and Switchgrass growing in forest-steppe zone of Ukraine. 64 (2), 137–146 doi: 10.17707/AgricultForest.6 4.2.10
4. Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M., Zamoiskyi, O. I., & Morozova, Ye. V. Vplyv elementiv mekhanizovanoi tekhnolohii vyroshchuvannia na produktyvnist biomasy miskantusu. [Effect of mechanized cultivation technology elements on miscanthus biomass productivity]. Visnyk Dnipropetrovskoho derzhavnogo ahramo-ekonomichnoho universytetu. 2015 (4), 50–54 (in Ukrainian).
5. Humentyk, M. Ia., Radeiko, B. M., Fuchylo, Ya. D., Hanzhenko, O. M., Kvak, V. M., Kharytonov M. M., & Katalevskiy, V. M. (2018) Vyroshchuvannia bioenerhetychnykh kultur: monohrafiia. [Cultivation of bioenergy crops: monograph] Za redaktsiieiu k.s.-h. nauk, M.Ia. Humentyk. TOV «TsP «Kompynt», K.: 180 (in Ukrainian).
6. Kharitonov, M., Pidlisnyuk, V., Stefanovska, T., Babenko, M., Martynva, N., & Rula, I. (2019). The estimation of Miscanthusxgiganteus adaptive potential for cultivation on the mining and post-mining lands in Ukraine. Environ Sci Pollut Res 26:2974–2986. doi: 10.1007/s11356-018-3741-0
7. Khivrych, O. B., Kurylo, V. L., & Kvak, V. M. (2011) Enerhetychni roslyny, yak syrovyna dlia biopalyva. [Energy plants as raw materials for biofuel]. Propozytsiia. (6), 6–8 (in Ukrainian).
8. Kulyk, M. I., & Padalka, V. V. (2020) Rozvytok bioenerhetyky na osnovi roslynnoho enerhetychnoho resursu (na prykladi Poltavskoi oblasti). [Development of bioenergetics based on plant energy resources (on the example of Poltava region)]. Upravlinnia stratehiiami vperedzhaiuchoho innovatsiinoho rozvytku : monohrafiia / za red. k.e.n., dotsenta N. S. Illiashenko. Sumy : Trytoriia, 2020, 109–118 (in Ukrainian).
9. Kulyk, M., Kalinichenko, O., & Dekovets, V. (2020) Efektyvnist vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur dlia rozvytku biznesu v Ukraini. [Effectiveness of growing energy crops for business development in Ukraine]. Orhanizatsiia ta menedzhment u sferi dosludh na obranykh prykladakh. Monohrafiia. Opole: Akademiia upravlinnia ta administratsii v Opole. 36–45 URL: http://pedagogika.wszia.opole.pl/ebook/3_2020.pdf (in Ukrainian).
10. Kulyk, M. I., Rakhmetov, D. B., & Kurylo, V. L. (2017). [Methodology of conducting field and laboratory researches with switchgrass (*Panicum virgatum* L.)]. Poltava., 24. Access mode: <http://dSPACE.pdaa.edu.ua:8080/handle/123456789/7586>

11. Kurylo, V. L., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Ia., Kvak, V. M., Zamoiskyi, O. I., & Zykov, P. Iu. (2012) Metodichni rekomendatsii z provedennia peredsadnoho obrobitku gruntu i sadinnia ryzomiv miskantusu. [Methodological recommendations for the pre-planting discussion of the justification and planting of the rhizomes of the mission]. Kyiv, 22 (in Ukrainian).
12. Kurylo, V. L., Humentyk, M. Ya., & Kvak, V. M. (2010). Miskantus – perspektyvna enerhetychna kultura dlia vyrobnytstva biopalyva. [Miscanthus is a promising energy crop for biofuel production. Ahrobiolohiia]. 4 (80), 62–66 (in Ukrainian).
13. Kurylo, V. L., Hanzhenko, O. M., Humentyk, M. Ya., Kvak, V. M., Zykov, P. Yu., Fuchylo, Ya. D., Khivrych, O. B., Honcharuk, H. S., Smirnykh, V. M., Horobets, A. M., Dubovyi, Yu. P., & Zamoiskyi, O. I. (2016). Metodichni rekomendatsii z tekhnolohii vyroshchuvannia i pererobliannia miskantusu hihantskoho. [Methodical recommendations on the technology of growing and processing giant miscanthus] Kompyrnt, Kyiv, 40 (in Ukrainian).
14. Kurylo, V. L., Rakhmetov, D. B., & Kulyk, M. I. (2018). Biolohichni osoblyvosti ta potentsial urozhainosti enerhetychnykh kultur rodyny tonkonohovykh v umovakh Ukrainy. [Biological features and yield potential of energy crops of the family of the thin leg in the conditions of Ukraine] Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahraimoi akademii, 1 (88), 2018, 11–17 (in Ukrainian).
15. Kvak, V. M. (2013) Vplyv masy ryzomiv miskantusu ta hustoty yikh sadinnia na enerhetychnu produktyvnist biomasy. [The influence of the mass of miscanthus rhizomes and their planting density on the energy productivity of biomass] Zb. nauk. prats Instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiv NAAN. Kyiv, 17, 146–151 (in Ukrainian).
16. Napriamy rozvytku alternatyvnykh dzherel enerhii: aktsent na tverdomu biopalyvi ta hnuchkykh tekhnolohiakh yoho vyhotovlennia (2017). [Development directions of alternative energy sources: emphasis on solid biofuel and flexible technologies for its production]: monohrafiia / O. S. Polianskyi, O. V. Diakonov, O. S. Skrypyk ta in. [za zah. red. V. I. Diakonova]; Kharkiv. nats. un-t misk. hosp-va im. O. M. Beketova. Kharkiv : KhNUMH im. O. M. Beketova, 7 (in Ukrainian).
17. Penkova, S. V., & Prysiazhniuk, O. I. (2023). Produktyvnist nasadzhen miskantusu hihantskoho zalezno vid zastosovanykh elementiv tekhnolohii vyroshchuvannia v umovakh Lisostepu Ukrainy [Productivity of giant miscanthus plantations depending on the applied elements of growing technology in the conditions of the forest-steppe of Ukraine.] Novitni ahrotekhnolohii. 11, 1. doi: 10.47414/na.11.1.2023.282126 (in Ukrainian).
18. Pryshliak, N. V. (2021). Potentsiini mozhlyvosti vyroshchuvannia bioenerhetychnoi syrovyny na vyrobnytstvo tverdoho biopalyva. [Potential opportunities for growing bioenergy raw materials for the production of solid biofuel]. Ahrosvit. 2021, 33–45. doi: 10.32702/2306&6792.2021.1-2.33 (in Ukrainian)
19. Rakhmetov, D. B., Kalenska, S. M., Fedorchuk, M. I., Rakhmetov, S.D., Kokovikhin, S.V., Fedorchuk, Ye.M., Fedorchuk, V.H., & Polyvoda, O.M. (2017). Metodichni rekomendatsii z optymizatsii tekhnolohii vyroshchuvannia miskantusu v riznykh hruntovo-klimatychnykh zonakh Ukrainy. [Methodical recommendations for optimizing miscanthus cultivation technology in different soil and climatic zones of Ukraine]. Vydavnychiy tsentr «Kolos»: DVNZ «Khersonskiy derzhavnyi ahraimnyi universytet». 22 (in Ukrainian).
20. Rakhmetov, D. B., Shcherbakova, T. O., & Rakhmetova, S. D. (2015) Miskantus v Ukraini: introduktsiia, biolohiia, bioenerhetyka [Miscanthus in Ukraine: introduction, biology, bioenergy] Fitosotsiotsentr. Kyiv. 158. (in Ukrainian).
21. Roik, M. V, Kovalchuk, N. S., Zinchenko, O. A., Prysiazhniuk, O. I., Zhemoyda, V.L, Humentyk, M. Ya., Morhun, O. V., Honcharuk, H. S., & Maliarenko, O.A. (2021). Peculiarities of creation of Miscanthus sinensis and miscanthus sacchariflorus tetraploid lines. Plant Archives Journal. doi: 10.51470 /PLANTARCHIVES
22. Roik, M. V., Sinchenko, V. M., Hanzhenko, O. M., Kvak, V. M., Humentyk, M. Ia., Fuchylo, Ya. D., Bondar, S. V., Fursa, A. V., & Katalevskiy, V. M (2019) Miskantus v Ukraini: kolektyvna monohrafiia [Miscanthus in Ukraine: collective monograph]. TOV TsP «Kompyrnt». K. 256 (in Ukrainian).
23. Roik, M. V., Hontarenko, S. M., & Lashuk, S. O. (2014). Suchasnyi stan rozvytku selektsii ta reiestratsii predstavnykh rodu Miscanthus v Ukraini ta sviti [The current state of breeding and registration of representatives of the genus Miscanthus in Ukraine and the world] Naukovi pratsi instytutu bioenerhetychnykh kultur i tsukrovnykh buriakiv, 21, 249–254 (in Ukrainian).
24. Romanchuk, L. D., Zinchenko, V. O., & Vasyliuk, T. P. (2014). Osoblyvosti vyroshchuvannia enerhetychnykh kultur v umovakh Polissia Ukrainy: [Peculiarities of growing energy crops in the conditions of Polissia of Ukraine]: z kn. Perspektyvy rozvytku alternatyvnoi enerhetyky na Polissi Ukrainy / vidp. red. O. V. Skydan. K. : Tsentr uchbovoi literatury, 81–111 (in Ukrainian).
25. Rozhkov, A. O., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Muzafarov N. M., & Bukhalo V. Ia. (2016). Doslidna sprava v ahronomii. Statystychna obrobka rezultativ ahronomichnykh doslidzhen, Kharkiv, Ukraine: Maidan. [Research case in agronomy: teaching. manual: in 2 books – Book 2. Statistical processing of research results; under the editorship A. O. Rozhkova] Maidan, Kharkiv, 2016., 298 (in Ukrainian.).
26. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M., Puzik, L. M., Popov, S. I., Muzafarov, N. M., Bukhalo, V. Ya., & Kryshtop, Ye. A. (2016). Doslidna sprava v ahronomii: navch. posib.: u 2 kn. Kn. 1. Teoretychni aspekty doslidnoi spravy ; za red. A. O. Rozhkova. [Research case in agronomy: teaching. manual: in 2 books Book 1. Theoretical aspects of the research case; under the editorship A. O. Rozhkova] Maidan, Kharkiv, 2016, 316 (in Ukrainian)

Kulyk M. I., Doctor (Agricultural Sciences), Professor, Seed Science and Genetics, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Rozhko I. I., Doctor of Philosophy, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Zhukova V. M, PhD student, Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Influence of growing method and quantitative indicators of plants on the biomass yield of giant miscanthus

Obtaining biomass as an alternative source of energy to meet the energy needs of territorial communities is an urgent issue today. After all, biomass plants are the most accessible and annually renewable energy resource.

The aim of the research was to study the influence of the cultivation with legumes on the biomass yield of Miscanthus giganteus as a raw material for biofuel production. The field research was carried out in the central part of the Forest-Steppe of Ukraine

during the period of 2021-2022 using the methodology of experimental agronomy. The experiment scheme combined of randomized placement of variants (cultivation methods of *miscanthus giganteus*): variant 1 – mono-species sowings of *miscanthus* (control), variant 2 – growing of *miscanthus* with perennial lupine (*Lupinus perennis* L.), variant 3 – growing of *miscanthus* in combination with alfalfa (*Medicago falcata* L.), variant 4 – growing of *miscanthus* in combination with red clover (*Trifolium pratense* L.). The material for the research was *miscanthus* variety of Huliver. The quantitative indicators of plants were determined in accordance with the approved methodology, and the biomass yield was determined by the weight method. Correlations between the indicators were established on the basis of correlation and regression analysis; methods of analysis of variance were also used to assess significant differences between the variants. The quantitative indicators of *miscanthus giganteus* plants were found to vary significantly depending on the cultivation methods. The highest yield of dry biomass over the years of research (17.3 t/ha) was obtained in the variants of joint cultivation with lupine, significantly less – when the crop was grown with alfalfa and clover. A significant influence of quantitative indicators was determined: by the correlation coefficient ($r > 0.7$) on the yield of *miscanthus* biomass. In binary plantations, the yield biomass of *miscanthus giganteus* is formed due to the height and density of the stem ($r > 0.7$), the average length of the leaf and their number on the stem have less influence ($r > 0.31-0.69$). The biomass produced can be used for biofuel production.

Key words: binary sowings, quantitative indicators, legumes, *miscanthus giganteus*, yield, biomass.