

УДК 633.9:631.54

## Закономірності зміни біометричних показників та продуктивності міскантусу гігантського залежно від мінерального удобрення і позакореневого підживлення в умовах Правобережного Лісостепу

О. І. Присяжнюк\* , С. В. Пенькова

Інститут біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України, вул. Клінічна, 25, м. Київ, 03110, Україна,  
\*e-mail: ollpris@gmail.com

**Мета.** Удосконалити технологію догляду за насадженнями міскантусу гігантського, починаючи з другого року вегетації культури, та встановити особливості формування врожайності біомаси за використання різних видів добрив. **Методи.** Дослідження виконували впродовж 2020–2021 рр. в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН, що розташована в зоні нестійкого зволоження Правобережного Лісостепу України. Схема досліду передбачала внесення навесні в зону рядка мінеральних добрив [аміачна селітра ( $N_{24}$  кг/га д. р.); аміачна селітра + сульфат амонію ( $N_{24} + S_6$  кг/га д. р.)] та позакореневе підживлення гуматами (Вермісол, 8,0 л/га, Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га) і комплексним добривом з амінокислотами (Квантум Аміомакс, 0,5 л/га). Мінеральні добрива вносили локально в міжряддя до появи сходів міскантусу, позакореневе підживлення рослин гуматами та антистресантом проводили у фазі 5-ти листків культури та повторно через два тижні. **Результати.** Біометричні та продуктивні показники рослин міскантусу гігантського на другий та третій роки його вирощування суттєво різнилися, однак загальні закономірності їх формування під впливом застосовуваних агротехнічних заходів були подібними. Зокрема, на третій рік вирощування, порівняно з другим, значення всіх досліджуваних показників зростали в середньому у 1,5–2 рази. У кінці другого року вегетації рослини міскантусу гігантського були заввишки від 207,0 до 281,9 см, а наприкінці третього – від 328,2 до 410,0 см. Площа листової поверхні у фазі кущення була на рівні 17,64–48,48 тис. м<sup>2</sup>/га у перший рік та 44,91–85,85 тис. м<sup>2</sup>/га на другий рік досліджень. Урожайність біомаси міскантусу гігантського в перерахунку на суху речовину варіювала від 9,78 до 28,30 т/га у 2020 р. та від 17,50 до 37,85 т/га у 2021-му. Мінімальні значення по всіх показниках зафіксовано в контрольних варіантах досліду. **Висновки.** Весняне підживлення аміачною селітрою ( $N_{24}$ ) та аміачною селітрою із сульфатом амонію ( $N_{24} + S_6$ ) забезпечувало істотно інтенсивніший ріст стебел міскантусу у висоту та наростання площі листя, зростала й урожайність біомаси. Позакореневе підживлення гуматами (Вермісол, 8,0 л/га, Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га) та комплексним добривом з амінокислотами (Квантум Аміомакс, 0,5 л/га) сприяло істотному підвищенню показників висоти рослин та площі листової поверхні рослин, але лише застосування Гуміфілд ВР-18 забезпечувало істотно вищу врожайність сухої речовини. Найліпші результати по всіх показниках отримано у варіантах комплексного застосування аміачної селітри із сульфатом амонію ( $N_{24} + S_6$ ) з наступним позакореневим підживленням препаратом Гуміфілд ВР-18.

**Ключові слова:** біопаливо; мінеральні добрива; гумати; амінокислоти; висота рослин; площа листової поверхні; урожайність сухої біомаси.

### Вступ

Сьогодні відновлювані джерела енергії актуальні як ніколи, адже енергетична криза сприяє якнайшвидшому переходу до використання екологічно нейтральної енергії. Вирощування біоенергетичних культур дає змогу знизити використання викопних палив та зменшити енергетичну залежність країн. Біомаса є перспективним джерелом відновлюваної енергії у світі, зокрема й в Україні, і за обсягами енергетичного використання посідає наразі четверте місце. Для енергетичних потреб її можна використовувати через безпосереднє спалювання та у

Присяжнюк О. І., Пенькова С. В. Закономірності зміни біометричних показників та продуктивності міскантусу гігантського залежно від мінерального удобрення і позакореневого підживлення в умовах Правобережного Лісостепу. *Новітні агротехнології*. 2022. Т. 10, № 2. <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270476>

переробленому вигляді. Біомаса біоенергетичних культур має значно вищу якість порівняно з біомасою рослинних залишків [1].

Чи не найперспективнішою сьогодні біоенергетичною культурою є міскантус гігантський, оскільки має дуже високоякісну біомасу з енергетичними показниками, подібними до деревини, та чинить позитивний екологічний вплив у разі вирощування на маргінальних землях [2]. Біомаса міскантуса може бути використана у вигляді тріски для безпосереднього спалювання, для перероблення в паливні гранули та пелети, для виробництва біоетанолу. Оскільки в Україні вирощування міскантуса гігантського має суттєві перспективи, є необхідність постійного вдосконалення технології його вирощування та догляду за насадженнями для отримання стабільно високого врожаю високоякісної біомаси [3, 4].

У нашій країні проводиться чимало досліджень щодо вдосконалення технології вирощування міскантуса гігантського [5–9]. Частина з них спрямована на вивчення агрозаходів по поліпшенню приживлюваності рослин у перший рік після висаджування ризом. Деякі вчені також досліджували можливість зниження рівня використання мінеральних добрив та впровадження альтернативних органічних систем удобрення. Позитивні результати отримано від застосування мікробних препаратів, мікоризоутворювальних грибів, азотфіксувальних бактерій [10, 11].

Водночас подальшому догляду за плантаціями міскантуса гігантського (третього та наступних років вегетації) уваги приділено не так багато. Але, на нашу думку, вдосконалення системи догляду за наявними насадженнями культури може забезпечувати як вищу їх енергоефективність, так і триваліше використання. Використання мінімальних норм азотного добрива, гуматів та добрив з амінокислотами сприятиме зростанню врожайності біомаси за незначного антропогенного впливу на довкілля.

**Мета досліджень** – удосконалити технологію догляду та оптимізувати заходи впливу на формування врожайності біомаси міскантуса гігантського за використання різних видів добрив, починаючи із другого року вегетації культури.

### **Матеріали та методика досліджень**

Дослідження виконували в умовах Білоцерківської дослідно-селекційної станції Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків НААН України (зона нестійкого зволоження) впродовж 2020–2021 рр. Визначали вплив мінерального удобрення та позакореневого підживлення на продуктивність насаджень міскантуса гігантського ‘Осінній зорецвіт’.

Згідно зі схемою досліджень вивчали вплив трьох факторів: *фактор А* – внесення мінеральних добрив у ґрунт навесні: без добрив; аміачна селітра + сульфат амонію ( $N_{24} + S_6$ ); аміачна селітра ( $N_{24}$ ); *фактор В* – позакореневе підживлення гуматами: не застосовується; Вермісол, 8,0 л/га; Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га; *фактор С* – позакореневе підживлення антистресантом на основі амінокислот: не застосовується; Квантум Аміномакс, 0,5 л/га.

На контрольних ділянках підживлення не проводили, повторність досліду триразова. Площа облікової ділянки – 25 м<sup>2</sup>, загальна площа досліду – 1350 м<sup>2</sup>.

Аміачну селітру та сульфат амонію вносили локально в міжряддя до появи сходів міскантуса. Позакореневе підживлення рослин гуматами та антистресантом проводили у фазі 5-ти листків культури та повторно через два тижні.

Ґрунт дослідних ділянок – чорнозем типовий глибокий малогумусний вилугуваний середньо-суглинковий зі вмістом у шарі ґрунту 0–30 см гумусу – 3,5 %, мінерального азоту – 29–37 мг/кг, рухомого фосфору та обмінного калію (за Чиріковим) – 200–220 і 100 мг/кг ґрунту відповідно. Кислотність ґрунту (рН) – 6,55–6,72.

Кліматичні умови характеризуються як помірно-континентальні. Середня багаторічна температура повітря становить 7,5 °С, багаторічний абсолютний максимум температури 34,4 °С, абсолютний мінімум – –24,7 °С. Сумарна багаторічна кількість опадів – 526 мм, більшість з яких випадає у квітні – жовтні.

Температура повітря впродовж вегетаційних періодів 2020–2021 рр. була вищою за середньобагаторічні значення. Відсутність заморозків та утримання позитивних температур до третьої декади листопада 2020 р. продовжили вегетаційний період міскантуса гігантського до кінця цього місяця. Зниження температури повітря у квітні та травні 2021 р. затримало початок вегетації порівняно з минулим роком, а нічні заморозки у третій декаді жовтня сприяли закінченню вегетації культури.

У 2020 р. склалася досить складна ситуація щодо опадів. За рік випало 91 % від їх середньорічної кількості з нерівномірним розподілом за місяцями. Натомість у 2021 р. кількість опадів на 6 % перевищила середні багаторічні значення.

Польові дослідження проводили згідно з методикою польового досліду [12]. Висоту рослин обліковували перед збиранням культури, площу листової поверхні визначали розрахунковим методом, установлюючи довжину й ширину листків та перемножуючи на перевідний коефіцієнт 0,67 [13]. Уміст сухої речовини в біомасі визначали на час збирання врожаю на підставі даних фактичної врожайності сирої біомаси, виміряної суцільно по ділянках.

Статистичний аналіз результатів досліджень виконували за допомогою прикладних програм Excel та Statistica-6 [14].

### Результати досліджень

Фенологічні спостереження протягом вегетаційних періодів не виявили впливу весняного удобрення аміачною селітрою та сульфатом амонію на проходження фаз росту й розвитку рослин міскантусу гігантського. На всіх дослідних ділянках відростання пагонів відбувалося одночасно, а наступні етапи розвитку мали однакову тривалість. Аналогічно не спостерігалось впливу на ці процеси й позакореневого підживлення препаратами Вермісол, Гуміфілд ВР-18 та Квантум Аміномакс.

За результатами досліджень виявлено істотну різницю в динаміці наростання висоти рослин міскантусу гігантського. Передусім це пов'язано з особливостями його росту в різні роки вегетації. Як відомо, рослини культури третього року вегетації мають вищі показники продуктивності, що відповідають потенційно можливим. За два роки досліджень, не помічено різниці у висоті рослин протягом перших тижнів зростання. Унесення аміачної селітри та сульфату амонію не сприяли швидшому зростанню пагонів. Інтенсивний ріст рослин спостерігався після першого позакореневого підживлення гуматами та добривом з амінокислотами. Цей агрозахід співпадав за строками зі входженням міскантусу гігантського у фазу кущення, що й передбачало інтенсивний розвиток рослин. А підживлення у цей період сприяло інтенсивнішому росту та пагоноутворенню.

Значну різницю у висоті рослин залежно від застосованих агрозаходів фіксували наприкінці вегетативного періоду, що показано в таблиці 1.

Таблиця 1

### Висота рослин міскантусу гігантського 'Осінній зорецвіт' залежно від весняного удобрення та позакореневого підживлення, см

Удобрення навесні	Позакоренево підживлення		Висота рослин у кінці вегетації, см	
	гумати	амінокислоти	2020	2021
Без добрив	не застосовується	не застосовується	207,0	328,2
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	220,2	340,1
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	230,1	368,1
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	242,8	364,8
		не застосовується	226,4	378,4
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	256,2	384,6
Аміачна селітра + сульфат амонію (N <sub>24</sub> + S <sub>6</sub> )	не застосовується	не застосовується	230,3	374,0
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	233,7	396,5
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	277,7	390,8
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	281,9	400,1
		не застосовується	270,0	376,3
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	280,0	410,0
Аміачна селітра (N <sub>24</sub> )	не застосовується	не застосовується	220,1	362,8
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	221,0	377,7
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	249,0	374,4
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	275,7	402,4
		не застосовується	247,0	386,0
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	274,3	377,7
НІР <sub>0,05</sub>			5,6	2,2

Наприкінці другого року вегетації рослини міскантусу гігантського досягали заввишки від 207 до 281,9 см. Весняне удобрення аміачною селітрою (N<sub>24</sub>) та аміачною селітрою разом із сульфатом амонію (N<sub>24</sub> + S<sub>6</sub>) сприяло збільшенню висоти рослин порівняно з контролем відповідно на 6 та 11 %. Вищими проти контролю на 6 % були й рослини після дворазового застосування по листу Квантум Аміномакс. Позакореневе підживлення препаратами Вермісол та Гуміфілд ВР-18 забезпечило прирости на рівні 11 та 9 % відповідно. Ліпші показники отримано за комбінування весняного підживлення із позакореневим. Зокрема, максимальну висоту рослини міскантусу формували в разі поєднання аміачної селітри із сульфатом амонію з наступним позакореневим підживленням гуматами та Квантум Аміномакс – 280,0–281,9 см. Прирости показника порівняно з чистим контролем досягали 36 %. Подібна закономірність зберігалася і у 2021 р. Максимальну висоту рослини міскантусу гігантського фіксували на ділянках, де застосовували підживлення аміачною селітрою разом із сульфатом амонію та проводили позакореневі підживлення препаратами Гуміфілд ВР-18 та Квантум Аміномакс – у середньому за повтореннями 410 см. Цей показник був вищим за контроль (328,2 см) на 25 %.

Як впливає з наведених даних, застосування мінерального підживлення навесні в запропонованих нормах та позакореневе підживлення значною мірою інтенсифікують ростові процеси культури.

Важливим показником, що відображає очікувану продуктивність рослини, є площа листової поверхні. У листках відбуваються життєво необхідні процеси: фотосинтез, дихання та транспірація. Поглинання й використання листками великої кількості сонячної радіації є однією із головних умов високого врожаю. Для підвищення фотосинтетичної діяльності рослин дуже важливе значення має і мінеральне живлення, дія якого полягає в активуванні процесів життєдіяльності та збільшенні листової поверхні [3].

Максимальні показники площі листової поверхні міскантусу гігантського спостерігали у фазі куцнення рослин, а саме в третій декаді липня – першій декаді серпня (табл. 2).

Таблиця 2

**Площа листової поверхні міскантусу гігантського ‘Осінній зорецвіт’ залежно від весняного удобрення та позакореневого підживлення, тис. м<sup>2</sup>/га**

Весняне удобрення	Позакореневе підживлення		Фаза росту й розвитку			
	гумати	амінокислоти	куцнення		вихід у трубку	
			2020	2021	2020	2021
Без добрив	не застосовується	не застосовується	17,64	44,91	16,70	34,04
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	29,48	62,54	24,35	50,05
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	27,22	54,67	22,87	48,82
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	21,54	60,50	21,45	45,10
Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	28,31	64,34	26,00	47,04	
	Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	28,08	63,58	27,41	57,36	
Аміачна селітра + сульфат амонію (N <sub>24</sub> + S <sub>6</sub> )	не застосовується	не застосовується	24,20	67,95	25,42	53,69
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	33,89	74,94	32,59	62,03
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	44,90	77,89	42,03	63,79
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	44,40	82,83	41,60	60,43
Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	44,05	78,28	41,44	58,31	
	Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	48,48	85,85	44,62	66,11	
Аміачна селітра (N <sub>24</sub> )	не застосовується	не застосовується	25,27	64,44	27,79	46,83
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	30,96	72,15	26,29	60,40
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	29,26	68,37	28,82	49,62
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	30,91	82,94	33,26	51,49
Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	31,03	76,82	29,02	56,66	
	Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	34,66	70,42	34,23	61,45	
НІР <sub>0,05</sub>			2,64	4,45	2,86	4,06

Зокрема, у 2020 р. площа листової поверхні становила за варіантами досліду від 17,64 до 48,48 тис. м<sup>2</sup>/га. Найменшим цей показник був на контрольних варіантах. Істотне зростання площі листя фіксували в усіх варіантах весняного удобрення та позакореневого підживлення.

Найбільшою площею листкової поверхні була у варіанті комбінованого застосування всіх чинників – аміачної селітри із сульфатом амонію та позакореневого підживлення препаратами Гуміфілд ВР-18 + Квантум Аміномакс – 48,48 тис. м<sup>2</sup>/га, що перевищувало контроль у 2,8 рази.

На третій рік вегетації культури площа листя зростає більш ніж удвічі. Максимальні її показники у фазі кущення спостерігали в тому ж варіанті дослідження, що й попереднього року, – 85,85 тис. м<sup>2</sup>/га. При цьому площа листкової поверхні на контролях була майже вдвічі нижчою (44,91 тис. м<sup>2</sup>/га), а суттєвий приріст показника спостерігався в усіх варіантах дослідження.

У процесі вегетації нижні листки на стеблах постаріли, всохли, і площа листової поверхні почала зменшуватись. При цьому у 2020 р. її зменшення у вересні (фаза виходу в трубку) в середньому по дослідженні становило всього 5 %, тоді як у 2021-му – 28 %. Велика площа листя на третій рік вегетації не давала змоги нижнім листкам повноцінно освітлюватись сонцем, що сприяло швидшому їх відмиранню.

Для визначення ефективності застосованих агротехнічних заходів урожайність біомаси перерахували в тонни сухої речовини на гектар відповідно до визначених значень вмісту сухої речовини для кожного варіанту дослідження. Отримані показники наведено в таблиці 3.

Таблиця 3

**Урожайність біомаси міскантусу гігантського 'Осінній зорецвіт' у перерахунку на суху речовину залежно від весняного удобрення та позакореневого підживлення, т/га**

Удобрення навесні	Позакореневе підживлення		Урожайність сухої речовини, т/га	
	гумати	амінокислоти	2020	2021
Без добрив	не застосовується	не застосовується	9,78	17,50
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	10,00	18,15
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	9,79	18,53
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	11,68	19,84
	Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	12,57	22,86
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	13,53	25,26
Аміачна селітра + сульфат амонію (N <sub>24</sub> + S <sub>6</sub> )	не застосовується	не застосовується	15,72	27,17
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	22,05	32,45
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	23,39	29,89
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	27,54	30,90
	Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	28,30	37,85
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	26,24	37,24
Аміачна селітра (N <sub>24</sub> )	не застосовується	не застосовується	13,03	24,93
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	14,92	28,12
	Вермісол, 8,0 л/га	не застосовується	14,56	21,75
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	17,23	25,73
	Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га	не застосовується	18,02	27,71
		Квантум Аміномакс, 0,5 л/га	20,53	31,35
НІР <sub>0,05</sub>			1,17	2,40

Урожайність біомаси міскантусу гігантського в перерахунку на суху речовину змінювалася у 2020 р. від 9,78 до 28,30 т/га, у 2021-му – від 17,50 до 37,85 т/га у 2021 р. Два роки досліджень показали відсутність істотного приросту врожаю сухої речовини у варіантах застосування препаратів Квантум Аміномакс та Вермісол. Водночас дворазове позакореневе підживлення Гуміфілд ВР-18 у нормі 0,4 л/га дало змогу отримати на 2,79 т/га більше сухої речовини у 2020-му та на 5,36 т/га у 2021 р. Додаткове застосування Квантуму Аміномакс з Гуміфілдом також підвищило врожайність сухої речовини.

Значному підвищенню врожайності сухої речовини сприяло мінеральне удобрення навесні. Зокрема, за внесення аміачної селітри (N<sub>24</sub>) її отримано у 2020 р. на 3,25 т/га більше, і на 7,43 т/га – у 2021-му. Приріст становив 33 і 42 % відповідно. Унесення аміачної селітри та сульфату амонію забезпечило на 61 % вищу урожайність сухої речовини у 2020 р. і на 55 % – у 2021-му. Найвища врожайність біомаси в перерахунку на суху речовину наприкінці другого року вегетації була у варіанті застосування аміачної селітри та сульфату амонію і позакореневого підживлення Гуміфілд ВР-18 – 28,30 т/га (+189 % до контролю). У цьому ж варіанті дослідження відзначено найвищу врожайність сухої речовини і у 2021 р. – 37,85 т/га, що перевищує контроль на 116 %.

## Висновки

Біометричні та продуктивні показники рослин міскантусу гігантського на другий та третій роки його вирощування суттєво різнилися, однак загальні закономірності їх формування під впливом застосовуваних агротехнічних заходів були подібними. Зокрема, на третій рік вирощування, порівняно з другим, значення всіх досліджуваних показників зростали в середньому у 1,5–2 рази. У кінці другого року вегетації рослини міскантусу гігантського були заввишки від 207,0 до 281,9 см, а наприкінці третього – від 328,2 до 410,0 см. Площа листової поверхні у фазі кушення була на рівні 17,64–48,48 тис. м<sup>2</sup>/га у перший рік та 44,91–85,85 тис. м<sup>2</sup>/га на другий рік досліджень. Урожайність біомаси міскантусу гігантського в перерахунку на суху речовину варіювала від 9,78 до 28,30 т/га у 2020 р. та від 17,50 до 37,85 т/га у 2021-му. Мінімальні значення по всіх показниках зафіксовано в контрольних варіантах досліду.

Весняне підживлення аміачною селітрою (N<sub>24</sub>) та аміачною селітрою із сульфатом амонію (N<sub>24</sub> + S<sub>6</sub>) забезпечувало істотно інтенсивніший ріст стебел міскантусу у висоту та наростання площі листя, зростала й урожайність біомаси. Позакореневе підживлення гуматами (Вермісол, 8,0 л/га, Гуміфілд ВР-18, 0,4 л/га) та комплексним добривом з амінокислотами (Квантум Аміномакс, 0,5 л/га) сприяло істотному підвищенню показників висоти рослин та площі листової поверхні рослин, але лише застосування Гуміфілд ВР-18 забезпечувало істотно вищу врожайність сухої речовини. Найліпші результати по всіх показниках отримано у варіантах комплексного застосування аміачної селітри із сульфатом амонію (N<sub>24</sub>+S<sub>6</sub>) з наступним позакореневим підживленням препаратом Гуміфілд ВР-18.

## Використана література

1. Виробництво енергії з біомаси в Україні: технології, розвиток, перспективи / за ред. Г. Гелетуки. Київ : Академперіодика, 2022. 373 с.
2. Daraban (Oros) A. E., Jurcoane Ş., Voicea I., Voicu G. *Miscanthus giganteus* biomass for sustainable energy in small scale heating systems. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*. 2015. Vol. 6. P. 538–544. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.08.082
3. Celma S., Sanz M., Ciria P. et al. Yield Performance of Woody Crops on Marginal Agricultural Land in Latvia, Spain and Ukraine. *Agronomy*. 2022. Vol. 12, Iss. 4. Article 908. doi: 10.3390/agronomy12040908
4. Scordia D., Papazoglou E. G., Kotoula D. et al. Towards identifying industrial crop types and associated agronomies to improve biomass production from marginal lands in Europe. *GCB Bioenergy*. 2022. Vol. 14, Iss. 7. P. 710–734. doi: 10.1111/gcbb.12935
5. Кателевський В. М. Ефективність впливу позакореневої обробки ростовими регуляторами рослин на параметри біомаси міскантусу. *Agrology*. 2020. Т. 3, № 1. С. 19–24. doi: 10.32819/020003
6. Квак В. М. Ріст, розвиток і продуктивність міскантусу (*Miscanthus*) за різних норм добрив. *Наукові праці Інституту біоенергетичних культур і цукрових буряків*. 2012. Вип. 14. С. 548–551.
7. Кулик М. І., Сиплива Н. О., Рожко І. І. Урожайність та ефективність виробництва біомаси енергетичних культур залежно від елементів технології вирощування. *Таврійський науковий вісник*. 2018. № 104. С. 148–160.
8. Федорук Ю. В., Хахула В. С., Герасименко Л. А. Ріст і розвиток рослин міскантусу гігантського залежно від фону живлення у Правобережному Лісостепу України. *Біоресурси і природокористування*. 2018. Т. 10, № 1–2. С. 101–107. doi: 10.31548/bio2018.01.013
9. Фурманець Ю. С., Фурманець М. Г. Вирощування міскантусу в умовах Західного Полісся. *Зернові культури*. 2020. Т. 4, № 2. С. 305–312. doi: 10.31867/2523-4544/0139
10. Скачок Л. М., Потапенко Л. В., Горбаченко Н. І. Вплив систем удобрення і мікробних препаратів на продуктивність біоенергетичних культур. *Сільськогосподарська мікробіологія*. 2018. Вип. 28. С. 70–76. doi: 10.35868/1997-3004.28.70-76
11. Димитров С. Г., Саблук В. Т. Зростання накопичення сухої біомаси злакових біоенергетичних культур за мікоризації їх кореневої системи. *Вісник Сумського національного аграрного університету. Серія «Агрономія і біологія»*. 2021. Т. 46, № 4. С. 3–8. doi: 10.32845/agrobio.2021.4.1
12. Дослідна справа в агрономії : у 2 кн. Кн. 1 : Теоретичні аспекти дослідної справи / за ред. А. О. Рожкова. Харків : Майдан, 2016. 316 с.
13. Квак В. М., Ганженко О. М., Зиков П. Ю., Хіврич О. Б. Визначання площі листової поверхні в різних видів міскантусу розрахунковим методом. *Новітні агротехнології*. 2017. № 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122228
14. Ермантраут Е. Р., Присяжнюк О. І., Шевченко І. Л. Статистичний аналіз агрономічних дослідних даних в пакеті Statistica 6.0 : методичні вказівки. Київ : Поліграф Консалтинг, 2007. 56 с.

## References

1. Geletukha, G. (Ed.). (2022). *Production of energy from biomass in Ukraine: technologies, development, prospects*. Kyiv: Akadempriodika. [In Ukrainian]
2. Daraban (Oros), A. E., Jurcoane, Ş., Voicea, I., & Voicu, G. (2015). *Miscanthus giganteus* biomass for sustainable energy in small scale heating systems. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 6, 538–544. doi: 10.1016/j.aaspro.2015.08.082
3. Celma, S., Sanz, M., Ciria, P., Maliarenko, O., Prysiazhniuk, O., Daugaviete, M., Lazdina, D., & von Cossel, M. (2022). Yield Performance of Woody Crops on Marginal Agricultural Land in Latvia, Spain and Ukraine. *Agronomy*, 12(4), 908. doi: 10.3390/agronomy12040908
4. Scordia, D., Papazoglou, E. G., Kotoula, D., Sanz, M., Ciria, C. S., Pérez, J., ... Cosentino, S. L. (2022). Towards identifying industrial crop types and associated agronomies to improve biomass production from marginal lands in Europe. *GCB Bioenergy*, 14(7), 710–734. doi: 10.1111/gcbb.12935
5. Katelevsky, V. M. (2020). Efficiency of influence of foliar treatment by plant growth regulators on the parameters of miscanthus biomass. *Agrology*, 3(1), 19–24. doi: 10.32819/020003 [In Ukrainian]
6. Kvak, V. M. (2012). Growth, development and productivity of miscanthus (*Miscanthus*) under different rates of fertilizers. *Scientific Papers of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet*, 14, 548–551. [In Ukrainian]
7. Kulyk, M. I., Syplyva, N. A., & Rozhko, I. I. (2018). Productivity and efficiency of biomass production of energy crops depending on the elements of cultivation technology. *Tavria Scientific Bulletin*, 104, 148–160. [In Ukrainian]
8. Fedoruk, Y., Khakhula, V., Herasymenko, L., & Browne, R. (2018). Growth and development of miscanthus *giganteus* plants depending on the nutrition background the Right-bank Forest-Steppe of Ukraine. *Biological Resources and Nature Management*, 10(1–2), 101–107. doi: 10.31548/bio2018.01.013 [In Ukrainian]
9. Furmanetc, Y. S., & Furmanetc, M. H. (2020). Growing miscanthus in the conditions of Western Polesie. *Grain Crops*, 4(2), 305–312. doi: 10.31867/2523-4544/0139 [In Ukrainian]
10. Skachok, L., Potapenko, L., & Horbachenko, N. (2018). Influence of fertilizing systems and microbial preparations on capacity of bioenergetic cultures. *Agricultural Microbiology*, 28, 70–76. doi: 10.35868/1997-3004.28.70-76 [In Ukrainian]
11. Dymytrov, S. H., & Sabluk, V. T. (2022). Increase in the accumulation of dry biomass of cereal bioenergy cultures with mycorization of their root system. *Bulletin of Sumy National Agrarian University. The Series: Agronomy and Biology*, 46(4), 3–8. doi: 10.32845/agrobio.2021.4.1 [In Ukrainian]
12. Rozhkov, A. O. (Ed.). (2016). *Research case in agronomy. Book 1: Theoretical aspects of the research case*. Kharkiv: Maidan. [In Ukrainian]
13. Kvak, V. M., Hanzhenko, O. M., Zykov, P. Yu., & Khivrych, O. B. (2017). Method for determination of leaf area in miscanthus. *Advanced Agritechnologies*, 5. doi: 10.21498/na.5.2017.122228
14. Ermantraut, E. R., Prysiazhniuk, O. I., & Shevchenko, I. L. (2007). *Statistical analysis of agronomic study data in the Statistica 6.0 software suite*. Kyiv: PolihrafKonsal'tynh. [In Ukrainian]

UDC 633.85:57:502

**Prysiashniuk, O. I.\***, & **Penkova, S. V.** (2022). Patterns of changes in biometric indicators and productivity of giant miscanthus under the effect of mineral fertilization and foliar application of fertilizers in the Right Bank Forest-Steppe. *Advanced Agritechnologies*, 10(2). <https://doi.org/10.47414/na.10.2.2022.270476> [In Ukrainian]

*Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet NAAS of Ukraine, 25 Klinichna St., Kyiv, 03110, Ukraine,  
\*e-mail: ollpris@gmail.com*

**Purpose.** To improve the technology of caring for giant miscanthus plantations, starting from the second year of the crop vegetation, and to establish the peculiarities of the formation of biomass yield with the use of different types of fertilizers. **Methods.** The research was carried out in the years 2020–2021 in the conditions of the Bila Tserkva Experimental and Breeding Station of the Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the National Academy of Agrarian Sciences located in the zone of unstable moisture of the Right Bank Forest Steppe of Ukraine. The design of the experiment involved the application of mineral fertilizers (ammonium nitrate  $N_{24}$  kg/ha a. i., ammonium nitrate + ammonium sulfate  $N_{24} + S_6$  kg/ha a. i.) in row in the spring, foliar application of humates (Vermisol, 8.0 l/ha, Humifield VR-18, 0.4 l/ha), and complex fertilizer with amino acids (Quantum Aminomax, 0.5 l/ha). Mineral fertilizers were applied locally in row before the emergence of miscanthus seedlings. Split foliar application of humates and amino acids was carried out in the five-leaf stage and two weeks later. **Results.** Biometric and productive indicators of giant miscanthus plants in the second and third years of cultivation differed significantly; however, the general regularities of their formation under the influence of applied agrotechnical measures were similar. In particular, in the third year of cultivation, compared to the second year, the values of all studied indicators increased (on average) 1.5–2 times. At the end of the second year of vegetation, giant miscanthus plants were 207.0 to 281.9 cm tall, and at the end of the third year, they were from 328.2 to 410.0 cm tall. The leaf area in the tillering stage was at the level of 17.64–48.48 thousand  $m^2/ha$  in the first year and 44.91–85.85 thousand  $m^2/ha$  in the

second year of research. The biomass yield of giant miscanthus in terms of dry matter varied from 9.78 to 28.30 t/ha in 2020 and from 17.50 to 37.85 t/ha in 2021. The minimum values for all indicators were recorded in the control treatment of the experiment. **Conclusions.** Spring application of ammonium nitrate (N<sub>24</sub>) and ammonium nitrate with ammonium sulfate (N<sub>24</sub> + S<sub>6</sub>) provided significantly more intense growth of miscanthus stems (in height) and leaf area and increased yield of biomass. Foliar application of humates (Vermisol, 8.0 l/ha; Humifield VR-18, 0.4 l/ha) and complex fertilizer with amino acids (Quantum Aminomax, 0.5 l/ha) contributed to a significant increase in plant height and plant leaf area but only with the application of Humifield BP-18 ensured a significantly higher yield of dry matter. The best results for all indicators were obtained in variants of the complex application of ammonium nitrate with ammonium sulfate (N<sub>24</sub> + S<sub>6</sub>) followed by foliar feeding with the preparation Humifield BP-18.

**Keywords:** *biofuel; mineral fertilizers; humates; amino acids; plant height; leaf area; dry biomass yield.*

Надійшла / Received 05.09.2022  
Погоджено до друку / Accepted 23.09.2022