

УДК 633.88:581.132:631.8

DOI <https://doi.org/10.32782/2226-0099.2026.148.2.23>

ІНДЕКС ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ ТА ФОТОСИНТЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ ПОСІВІВ МІСКАНТУСУ ГІГАНТСЬКОГО ЗАЛЕЖНО ВІД СИСТЕМИ УДОБРЕННЯ ТА ПІДЖИВЛЕННЯ ГУМАТОМ КАЛІЮ В УМОВАХ ЛІСОСТЕПУ УКРАЇНИ

Носенко В.Г. – к.с.-г.н., доцент,

доцент кафедри ґрунтознавства та охорони ґрунтів ім. М. К. Шукли,

Національний університет біоресурсів і природокористування України

orcid.org/0000-0002-4917-3514

У статті наведено результати п'ятирічних польових досліджень (2021–2025 рр.) щодо особливостей формування фотосинтетичного апарату міскантусу гігантського (*Miscanthus × giganteus* Greef et Deu.) сорту Осінній зорецвіт залежно від системи удобрення та застосування позакореневого підживлення гуматом калію в умовах Лісостепу України. Дослідження проводили у ВП НУБіП України «Великоснітинське ім. О. В. Музиченка» Фастівського району Київської області на чорноземі опідзоленому сильнозмитому легкосушлинковому. Схеми двофакторного польового дослідження передбачала три рівні фактора А – системи удобрення (контроль без добрив, органічна – внесення Леонардиту 100 кг/га, мінеральна – $N_{60}P_{16}K_{30}$) та чотири рівні фактора В – позакореневе підживлення гуматом калію (без підживлення; одноразове у фазу куціння; одноразове у фазу виходу в трубку; дворазове – у обидві фази по 2 л/га).

У процесі досліджень встановлено, що формування асиміляційної поверхні рослин міскантусу істотно залежало від системи удобрення та застосування гуматів. Індекс листкової поверхні (ЛП) у перший рік вегетації становив 1,12–1,96 м²/м², тоді як на п'ятий рік зростав до 4,52–7,93 м²/м², що свідчить про поступове наростання фотосинтетично активної біомаси культури в процесі формування багаторічних насаджень. Найвищі значення ЛП формувалися за мінеральної системи удобрення, де приріст порівняно з контролем становив 46,3%, тоді як органічна система забезпечувала підвищення показника на 24,5%. Дворазове позакореневе підживлення гуматом калію додатково сприяло збільшенню ЛП на 16,4–19,6% порівняно з варіантами без підживлення.

Фотосинтетичний потенціал агроценозу змінювався в широких межах – від 1344 до 13481 тис. м²-діб/га залежно від року вирощування та варіанту дослідження. Максимальні значення показника формувалися на мінеральному фоні удобрення у поєднанні з дворазовим позакореневим підживленням гуматом калію, де середній фотосинтетичний потенціал становив 9577 тис. м²-діб/га. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) залишалася відносно стабільною – у середньому 1,37 г/м²-добу – і практично не залежала від варіантів удобрення. Це свідчить про те, що підвищення продуктивності агрофітоценозу міскантусу відбувалося переважно за рахунок збільшення площі асиміляційної поверхні та фотосинтетичного потенціалу посівів, а не за рахунок інтенсивності фотосинтетичних процесів окремих листків. Отримані результати підтверджують доцільність застосування мінеральної системи удобрення у поєднанні з позакореневим підживленням гуматом калію для оптимізації фотосинтетичної діяльності та підвищення продуктивності посівів міскантусу гігантського в умовах Лісостепу України.

Ключові слова: міскантус гігантський, індекс листкової поверхні, фотосинтетичний потенціал, чиста продуктивність фотосинтезу, система удобрення, гумат калію, Леонардит, біоенергетичні культури.



© Носенко В.Г., 2026

Стаття поширюється на умовах ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Nosenko V.G. Leaf area index and photosynthetic potential of miscanthus × giganteus depending on fertilization system and potassium humate foliar application in the Forest-Steppe of Ukraine

The article presents the results of a five-year field study (2021–2025) devoted to the formation and development of the photosynthetic apparatus of *Miscanthus × giganteus* Greef et Deu. cv. Osinnii Zoretsvit depending on fertilization system and foliar application of potassium humate under the conditions of the Forest-Steppe zone of Ukraine. The research was conducted at the educational and research farm of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine “Velykosnytynske named after O.V. Muzychenko” (Fastiv district, Kyiv region). The experimental site was characterized by podzolized chernozem soil, strongly eroded, light loamy in texture, which is typical for the northern part of the Forest-Steppe zone.

The experimental design was a two-factor field experiment. Factor A represented the fertilization system and included three treatments: control without fertilizers, organic fertilization with Leonardite at a rate of 100 kg/ha, and mineral fertilization with $N_{60}P_{16}K_{80}$. Factor B involved foliar application of potassium humate and consisted of four variants: without application, single application at the tillering stage, single application at the stem elongation stage, and double application at both growth stages at a rate of 2 L/ha. The purpose of the study was to evaluate how different fertilization strategies and biostimulant treatments influence the formation of the leaf surface, photosynthetic potential, and efficiency of photosynthesis in perennial energy crop stands of miscanthus.

The results showed that the formation of the leaf surface area and the functioning of the photosynthetic apparatus were strongly affected by fertilization and foliar feeding. During the establishment and development of the crop, the leaf area index (LAI) gradually increased from 1.12–1.96 m²/m² in the first year of vegetation to 4.52–7.93 m²/m² in the fifth year, reflecting the progressive accumulation of vegetative biomass typical for perennial rhizomatous grasses. The highest LAI values were obtained under the mineral fertilization system, where the increase compared to the unfertilized control reached 46.3%, while the organic fertilization treatment increased LAI by 24.5%. Additional stimulation of plant growth was observed after foliar application of potassium humate. The double application of the biostimulant at tillering and stem elongation stages provided an additional increase in LAI by 16.4–19.6% compared with the untreated variants.

Photosynthetic potential (PP) of miscanthus stands varied widely depending on the treatment and year of vegetation, ranging from 1,344 to 13,481 thousand m²-day/ha. The maximum values were obtained under the mineral fertilization background combined with double foliar application of potassium humate, where the average PP reached 9,577 thousand m²-day/ha. Net photosynthetic productivity (NPP) remained relatively stable during the study period and averaged 1.37 g/m²-day, showing little dependence on fertilization treatment. This indicates that the increase in crop productivity was mainly associated with the expansion of the assimilative surface and the overall photosynthetic potential of the crop canopy rather than with changes in the physiological intensity of photosynthesis at the leaf level. The obtained results confirm the effectiveness of combining mineral fertilization with foliar potassium humate application for optimizing the photosynthetic activity and productivity of *Miscanthus × giganteus* plantations in the Forest-Steppe of Ukraine.

Key words: *Miscanthus × giganteus*, leaf area index, photosynthetic potential, net photosynthesis productivity, fertilization system, potassium humate, Leonardite, bioenergy crops.

Постановка проблеми. В умовах глобальних кліматичних змін та зростаючої потреби у відновлюваних джерелах енергії важливого значення набувають дослідження біоенергетичних культур, зокрема міскантусу гігантського (*Miscanthus × giganteus*). Ця багаторічна злакова C₄-культура характеризується високою продуктивністю біомаси, низькими вимогами до родючості ґрунту та здатністю ефективно секвеструвати вуглець [1, с. 209]. Фотосинтетична активність рослинного угруповання є визначальним чинником формування врожаю біомаси, а її кількісна оцінка через показники індексу листкової поверхні (ЛІП), фотосинтетичного потенціалу (ФП) та чистої продуктивності фотосинтезу (ЧПФ) дозволяє обґрунтувати оптимальні технологічні прийоми вирощування [2, с. 2104]. Водночас питання впливу різних систем удобрення у поєднанні з позакореневим підживленням гуматом калію на фотосинтетичний апарат міскантусу в умовах Лісостепу України залишається недостатньо вивченим.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дослідження фотосинтетичної діяльності міскантусу гігантського є предметом численних наукових праць. Clifton-Brown et al. [3, с. 509] встановили, що в умовах помірного клімату Європи міскантус здатний формувати ЛПП від 4 до 10 м²/м² залежно від віку плантації та умов вирощування. Dohleman та Long [2, с. 2106] продемонстрували, що міскантус перевищує кукурудзу за фотосинтетичною продуктивністю завдяки більш тривалому періоду активного фотосинтезу та вищому ЛПП. Lewandowski et al. [1, с. 215] узагальнили європейський досвід і показали залежність фотосинтетичних показників від забезпеченості елементами живлення. Рахметов [4, с. 245] визначив особливості формування листкового апарату інтродукованих біоенергетичних культур в Україні. Stasik et al. [5] зазначають про важливість оцінки фотосинтетичної діяльності рослин у посівах. Стимулювальну дію гумінових речовин на формування листкового апарату та фотосинтетичну активність злакових культур підтвердили Canellas et al. [6, с. 18] та Rose et al. [7, с. 45]. Zub та Brancourt-Hulmel [8, с. 205] здійснили комплексний огляд фізіологічних особливостей різних видів міскантусу, відзначивши високу варіабельність ЛПП залежно від генотипу та агро-екологічних умов.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Незважаючи на значний обсяг досліджень фотосинтетичної діяльності міскантусу гігантського у Західній Європі, відомості щодо формування фотосинтетичного апарату цієї культури в умовах Лісостепу України за різних систем удобрення у поєднанні з позакореневим підживленням гуматом калію є фрагментарними. Зокрема, не з'ясовано закономірності динаміки ЛПП та ФП протягом перших п'яти років вегетації залежно від органічної (Леонардит) та мінеральної (N₆₀P₁₆K₈₀) систем удобрення та їх поєднання з гуматом калію. Відсутні також дані щодо стабільності ЧПФ міскантусу сорту Осінній зорецьвіт за цих умов.

Мета статті – встановити закономірності формування індексу листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів міскантусу гігантського сорту Осінній зорецьвіт залежно від системи удобрення та позакореневого підживлення гуматом калію в умовах Лісостепу України.

Матеріали та методика досліджень. Дослідження проводилися впродовж 2021–2025 рр. у ВП НУБіП України «Великоснітинське ім. О.В. Музиченка» Фастівського району Київської області на чорноземі опідзоленому сильнозмитому легкосуглинковому на лесовидному суглинку. Агрохімічна характеристика ґрунту орного шару: вміст гумусу – 1,43%, азоту, що легко гідролізується – 70,6 мг/кг, рухомого фосфору – 66,6 мг/кг, обмінного калію – 123,7 мг/кг, рНКСІ – 5,76, щільність зложення – 1,17 г/см³.

Дослід – двофакторний, повторність – триразова. Площа посівної ділянки – 50 м², облікової – 35 м². Культура – міскантус гігантський, сорт Осінній зорецьвіт. Фактор А (система удобрення): А₁ – контроль (без добрив); А₂ – органічна система (щорічне внесення Леонардиту, 100 кг/га по мерзлоталому ґрунту навесні); А₃ – мінеральна система (N₆₀P₁₆K₈₀). Фактор В (позакореневе підживлення гуматом калію, 2 л/га): В₁ – без підживлення; В₂ – у фазу кушіння; В₃ – у фазу виходу в трубку; В₄ – у обидві фази.

ЛПП визначали методом висічок у фазу максимального розвитку листкового апарату (липень-серпень). ФП обчислювали як добуток ЛПП на тривалість вегетаційного періоду та площу посіву. Тривалість вегетації становила: 2021 р. – 120 діб, 2022 р. – 150 діб, 2023–2025 рр. – 170 діб. ЧПФ розраховували як відношення приросту сухої біомаси до фотосинтетичного потенціалу. Статистичний

аналіз експериментальних даних було проведено за допомогою Excel з програмного забезпечення MS Office 365 та Statistica 10.

Результати досліджень засвідчили суттєву динаміку ІЛП міскантусу гігантського залежно як від року вегетації, так і від варіантів удобрення (табл. 1). У перший рік після садіння (2021 р.) значення ІЛП були мінімальними і становили від 1,12 м²/м² на контролі без підживлення до 1,96 м²/м² за мінеральної системи удобрення з дворазовим підживленням гуматом калію. Це пояснюється тим, що у рік закладки плантації рослини міскантусу формують переважно кореневу систему, а надземна біомаса залишається незначною [3, с. 512].

Починаючи з другого року вегетації (2022 р.) спостерігалось інтенсивне наростання листового апарату: ІЛП збільшився у 2,1–2,5 рази порівняно з першим роком. Найвищі темпи зростання ІЛП відмічено на третій рік (2023 р.), коли значення цього показника сягали 3,94–6,90 м²/м² залежно від варіанту. Надалі (2024–2025 рр.) приріст ІЛП дещо уповільнився, що свідчить про наближення плантації до стабільного стану продуктивності, характерного для 4–5-річних насаджень міскантусу [8, с. 210].

Аналіз впливу фактора А (система удобрення) показав, що найвищі середні значення ІЛП за весь період досліджень сформувалися за мінеральної системи удобрення N₆₀P₁₆K₈₀ – від 4,90 до 5,86 м²/м² залежно від варіанту підживлення. За органічної системи (Леонардит, 100 кг/га) ІЛП становив 4,17–4,99 м²/м², а на контролі – лише 3,35–4,01 м²/м². Таким чином, мінеральна система удобрення забезпечила приріст ІЛП на 46,3% порівняно з контролем (середнє по фактору А), а органічна – на 24,5%.

Вплив фактора В (позакореневе підживлення гуматом калію) також був статистично достовірним (НР_{0,05} = 1,47 м²/м²). Найефективнішим виявилось дворазове підживлення гуматом калію (у фази кушіння та виходу в трубку по 2 л/га) – середній ІЛП зріс на 16,4–19,6% порівняно з варіантами без підживлення. Одноразове підживлення у фазу кушіння забезпечувало приріст ІЛП на 10,1–11,1%, а у фазу виходу в трубку – на 7,9–8,6%. Це підтверджує дані Пономаренко С.П. [10, с. 128] про стимулювальну дію гумінових речовин на ростові процеси.

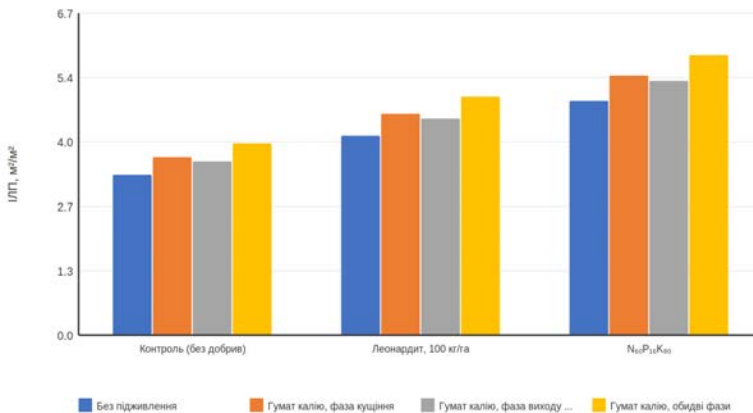


Рис. 1. Індекс листової поверхні міскантусу гігантського залежно від системи удобрення та підживлення гуматами (середнє за 2021–2025 рр.)

Таблиця 1

Індекс листкової поверхні (ІЛП) посівів міскантусу гігантського залежно від системи удобрення та підживлення гуматами, м²/м² (2021–2025 рр.)

Фактор А	Фактор В	Роки досліджень					Середнє	±SD	V,%
		2021	2022	2023	2024	2025			
Контроль (без добрив)	Без підживлення	1,12	2,85	3,94	4,34	4,52	3,35	1,41	42,0
	Гумат калію, фаза кущіння	1,24	3,16	4,37	4,82	5,01	3,72	1,56	42,0
	Гумат калію, фаза виходу в трубку	1,21	3,08	4,26	4,70	4,89	3,63	1,52	42,0
	Гумат калію, обидві фази	1,34	3,38	4,71	5,20	5,41	4,01	1,69	42,1
	<i>Середнє А1</i>	<i>1,23</i>	<i>3,12</i>	<i>4,32</i>	<i>4,76</i>	<i>4,96</i>	<i>3,68</i>	–	–
Леонардит, 100 кг/га	Без підживлення	1,40	3,52	4,90	5,42	5,63	4,17	1,76	42,0
	Гумат калію, фаза кущіння	1,55	3,90	5,43	6,01	6,24	4,63	1,95	42,1
	Гумат калію, фаза виходу в трубку	1,51	3,82	5,31	5,88	6,11	4,53	1,91	42,1
	Гумат калію, обидві фази	1,68	4,17	5,86	6,48	6,74	4,99	2,10	42,2
	<i>Середнє А2</i>	<i>1,53</i>	<i>3,85</i>	<i>5,38</i>	<i>5,95</i>	<i>6,18</i>	<i>4,58</i>	–	–
N ₆₀ P ₁₆ K ₈₀	Без підживлення	1,63	4,13	5,76	6,37	6,62	4,90	2,07	42,2
	Гумат калію, фаза кущіння	1,81	4,57	6,37	7,05	7,33	5,43	2,29	42,2
	Гумат калію, фаза виходу в трубку	1,77	4,49	6,25	6,91	7,18	5,32	2,24	42,2
	Гумат калію, обидві фази	1,96	4,90	6,90	7,63	7,93	5,86	2,48	42,3
	<i>Середнє А3</i>	<i>1,79</i>	<i>4,52</i>	<i>6,32</i>	<i>6,99</i>	<i>7,27</i>	<i>5,38</i>	–	–
	НР _{0,05} фактор А			1,18			–	–	–
	НР _{0,05} фактор В			1,47			–	–	–

Примітка. ІЛП визначено методом висічок у фазу максимального розвитку листкового апарату (липень-серпень). SD – стандартне відхилення; V – коефіцієнт варіації.

Коефіцієнт варіації (V) ІЛП по роках був досить високим (42,0–42,3%), що обумовлено закономірним наростанням листкового апарату від першого до п'ятого року вегетації. Це є типовою характеристикою багаторічних біоенергетичних культур у період формування продуктивного стеблостою [3, с. 514; 8, с. 208].

Фотосинтетичний потенціал (ФП) є інтегральним показником, що враховує як площу листкової поверхні, так і тривалість її функціонування [5, с. 55]. Динаміка ФП повторювала закономірності, встановлені для ІЛП, проте відмінності між варіантами були ще більш вираженими завдяки кумулятивному ефекту (табл. 2).

Середнє значення ФП за весь період досліджень варіювало від 5476 тис. м²-діб/га на контролі без підживлення до 9577 тис. м²-діб/га за мінеральної системи удобрення з дворазовим підживленням гуматом калію, що становить різницю

Таблиця 2

**Фотосинтетичний потенціал (ФП) посівів міскантусу гігантського, тис.
м²·діб/га (2021–2025 рр.)**

Фактор А	Фактор В	Роки досліджень					Середнє	±SD	V,%
		2021	2022	2023	2024	2025			
Контроль (без добрив)	Без підживлення	1344	4275	6698	7378	7684	5476	2669	48,7
	Гумат калію, кущіння	1488	4740	7429	8194	8517	6074	2963	48,8
	Гумат калію, вих. в тр.	1452	4620	7242	7990	8313	5923	2890	48,8
	Гумат калію, обидві	1608	5070	8007	8840	9197	6544	3201	48,9
Леонардит, 100 кг/га	Без підживлення	1680	5280	8330	9214	9571	6815	3331	48,9
	Гумат калію, кущіння	1860	5850	9231	10217	10608	7553	3693	48,9
	Гумат калію, вих. в тр.	1812	5730	9027	9996	10387	7390	3616	48,9
	Гумат калію, обидві	2016	6255	9962	11016	11458	8141	3989	49,0
N ₆₀ P ₁₆ K ₈₀	Без підживлення	1956	6195	9792	10829	11254	8005	3924	49,0
	Гумат калію, кущіння	2172	6855	10829	11985	12461	8860	4341	49,0
	Гумат калію, вих. в тр.	2124	6735	10625	11747	12206	8687	4254	49,0
	Гумат калію, обидві	2352	7350	11730	12971	13481	9577	4705	49,1
НР _{0,05} фактор А		2239					–	–	–
НР _{0,05} фактор В		2731					–	–	–

Примітка. ФП = ІПП × тривалість вегетації × 10000. Тривалість вегетації: 2021 – 120 діб, 2022 – 150 діб, 2023–2025 – 170 діб.

у 74,9%. Максимальні значення ФП зафіксовано у 2025 р.: 7684–13481 тис. м²·діб/га залежно від варіанту. На мінеральному фоні (N₆₀P₁₆K₈₀) з дворазовим підживленням гуматом калію ФП у 2025 р. сягнув 13481 тис. м²·діб/га, що є одним із найвищих показників серед біоенергетичних культур у зоні Лісостепу. Аналогічні значення ФП для міскантусу в умовах помірного клімату наводять Dohleman та Long [2, с. 2108].

Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) характеризує ефективність роботи одиниці площі листової поверхні (табл. 3). Середні значення ЧПФ за весь період досліджень практично не залежали від варіанту удобрення та підживлення і становили 1,37 г/м²·доба для всіх комбінацій факторів. Така стабільність ЧПФ є характерною ознакою С₄-рослин [2, с. 2110] та свідчить про те, що підвищення врожайності міскантусу відбувається переважно за рахунок збільшення фотосинтетичного потенціалу, а не ефективності одиниці листової поверхні.

Таблиця 3

**Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) міскантусу гігантського,
г/м²·доба (2021–2025 рр.)**

Фактор А	Фактор В	Роки досліджень					Серед.	±SD	V,%
		2021	2022	2023	2024	2025			
Контроль (без добрив)	Без підживлення	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
	Гумат калію, кущіння	1,60	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,6
	Гумат калію, вих. в тр.	1,59	1,37	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,2
	Гумат калію, обидві	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
Леонардит, 100 кг/га	Без підживлення	1,59	1,37	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,2
	Гумат калію, кущіння	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
	Гумат калію, вих. в тр.	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
	Гумат калію, обидві	1,59	1,37	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,2
N ₆₀ P ₁₆ K ₈₀	Без підживлення	1,60	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,6
	Гумат калію, кущіння	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
	Гумат калію, вих. в тр.	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
	Гумат калію, обидві	1,59	1,36	1,26	1,32	1,33	1,37	0,13	9,3
НІР _{0,05} фактор А		0,08					–	–	–
НІР _{0,05} фактор В		0,09					–	–	–

Примітка. ЧПФ = урожайність сухої біомаси (г/м²) / (ЛПП × тривалість вегетації, діб).

У динаміці по роках спостерігалася певна тенденція: ЧПФ була найвищою у перший рік вегетації (1,59–1,60 г/м²·доба), дещо знизилася у другий рік (1,36–1,37 г/м²·доба) та стабілізувалася на рівні 1,26–1,33 г/м²·доба у 2023–2025 рр. Зниження ЧПФ зі збільшенням ЛПП є загальнобіологічною закономірністю і пояснюється зростанням взаємного затінення листків у щільному стеблостій [11, с. 553]. Низький коефіцієнт варіації ЧПФ (9,2–9,6%) на противагу високому V для ЛПП (42,0–42,3%) підтверджує стабільність ефективності фотосинтезу на рівні одиниці листової поверхні.

Отримані результати мають важливе практичне значення для оптимізації технології вирощування міскантусу гігантського в умовах Лісостепу. Встановлено, що максимальний ФП (і, відповідно, найвищу продуктивність біомаси) забезпечує поєднання мінеральної системи удобрення N₆₀P₁₆K₈₀ з дворазовим позакореневим підживленням гуматом калію по 2 л/га. Органічна система удобрення (Леонардит) є ефективною альтернативою, що забезпечує приріст ФП на 24,5% порівняно з контролем при одночасному покращенні ґрунтових умов. Стабільність ЧПФ незалежно від системи удобрення підтверджує, що основним шляхом підвищення продуктивності міскантусу є збільшення ЛПП та подовження періоду активного фотосинтезу.

Висновки. За результатами п'ятирічних досліджень (2021–2025 рр.) фотосинтетичних параметрів посівів міскантусу гігантського сорту Осінній зорецвіт в умовах Лісостепу України встановлено:

1. ЛПП зростав від 1,12–1,96 м²/м² у перший рік до 4,52–7,93 м²/м² на п'ятий рік. Мінеральна система удобрення N₆₀P₁₆K₈₀ забезпечила приріст ЛПП на 46,3% порівняно з контролем, органічна (Леонардит, 100 кг/га) – на 24,5%. Дворазове підживлення гуматом калію додатково підвищувало ЛПП на 16,4–19,6%.

2. ФП варіював від 1344 до 13481 тис. м²·діб/га. Найвищі значення (9577 тис. м²·діб/га у середньому) забезпечувала мінеральна система удобрення з дворазовим підживленням гуматом калію, що на 74,9% перевищувало контроль без підживлення.

3. ЧПФ була стабільною (1,37 г/м²·доба) незалежно від варіанту удобрення. Підвищення продуктивності міскантусу відбувається переважно за рахунок зростання ФП (площі та тривалості роботи листкового апарату), а не підвищення ефективності одиниці листової поверхні.

Перспективи подальших досліджень полягають у вивченні впливу досліджуваних агротехнічних заходів на якісні показники біомаси міскантусу гігантського та його енергетичну цінність, а також у встановленні кореляційних зв'язків між фотосинтетичними параметрами та врожайністю.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Lewandowski I., Clifton-Brown J.C., Scurlock J.M.O., Huisman W. Miscanthus: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*. 2000. Vol. 19, No. 4. P. 209–227.
2. Dohleman F.G., Long S.P. More productive than maize in the Midwest: How does Miscanthus do it? *Plant Physiology*. 2009. Vol. 150, No. 4. P. 2104–2115.
3. Clifton-Brown J.C., Stampfl P.F., Jones M.B. Miscanthus biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global Change Biology*. 2004. Vol. 10, No. 4. P. 509–518.
4. Рахметов Д.Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ : Аграр Медіа Груп, 2011. 398 с.
5. Stasik O.O., Kiriziy D.A., Priadkina G.O. Photosynthesis and productivity: main scientific achievements and innovative developments. *Fiziol. rosl. genet.* 2021, vol. 53, no. 2, 160–184, doi: <https://doi.org/10.15407/frg2021.02.160>
6. Canellas L.P., Olivares F.L., Aguiar N.O. et al. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015. Vol. 196. P. 15–27.
7. Rose M.T., Patti A.F., Little K.R. et al. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances: practical implications for agriculture. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 124. P. 37–89.
8. Zub H.W., Brancourt-Hulmel M. Agronomic and physiological performances of different species of Miscanthus, a major energy crop. A review. *Agronomy for Sustainable Development*. 2010. Vol. 30, No. 2. P. 201–214.
9. Пономаренко С.П. Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину. Київ : Техніка, 1999. 272 с.
10. Monsi M., Saeki T. On the factor light in plant communities and its importance for matter production. *Annals of Botany*. 2005. Vol. 95, No. 3. P. 549–567.

Дата першого надходження статті до видання: 02.04.2026

Дата прийняття статті до друку після рецензування: 01.05.2026

Дата публікації (оприлюднення) статті: 22.05.2026