

УДК 633.88:581.132:631.8

Формування листкового апарату та пігментного комплексу міскантусу гігантського за різних систем удобрення та підживлення гуматом калію в умовах Лісостепу

 В. Г. Носенко

Національний університет біоресурсів і природокористування України, вул. Героїв Оборони, 15, м. Київ, 03041, Україна, e-mail: nosenko.v@ukr.net

Мета. Установити закономірності формування індексу листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу та вмісту хлорофілу міскантусу гігантського залежно від системи удобрення та позакореневого підживлення гуматом калію. **Методи.** Дослідження проводили впродовж 2021–2025 рр. у ВП НУБіП України «Великоснітинське НДГ ім. О. В. Музиченка» (Київська обл.) на чорноземі опідзоленому сильнозмитому. Вивчали три системи удобрення (фактор А): без добрив, органічну (Леонардит, 100 кг/га) та мінеральну ($N_{60}P_{16}K_{80}$), а також чотири варіанти позакореневого підживлення гуматом калію (2 л/га) (фактор В): без підживлення, у фазі кушіння, у фазі виходу в трубку та дворазове внесення. Індекс листкової поверхні (ІЛП) визначали методом висічок, фотосинтетичний потенціал (ФП) розраховували за показниками ІЛП і тривалості вегетації, чисту продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) – за співвідношенням біомаси до ФП. Вміст хлорофілу оцінювали за показниками хлорофілометра SPAD-502 Plus. **Результати.** Формування листкового апарату міскантусу характеризувалося інтенсивним наростанням у 2021–2023 рр. із подальшою стабілізацією у 2024–2025 рр. Найвищі показники ІЛП отримано за мінеральної системи удобрення та дворазового підживлення гуматом калію – 7,93 м²/м² у 2025 р. Дворазове підживлення підвищувало ІЛП на 16,4–19,6 % порівняно з контролем без підживлення. ФП змінювався від 5476 до 9577 тис. м²·дб/га, а максимальні значення також відмічено у варіанті $N_{60}P_{16}K_{80}$ із дворазовим внесенням гумату калію. ЧПФ залишалася стабільною незалежно від варіантів досліду та становила в середньому 1,37 г/м²·добу, що свідчить про визначальну роль площі асиміляційної поверхні у формуванні продуктивності культури. Значення SPAD закономірно зростали з віком плантації: від 34,2–44,3 ум. од. у 2021 р. до 42,5–55,0 ум. од. у 2025-му. Мінеральна система удобрення забезпечила перевагу за вмістом хлорофілу над контролем на 17,4 %. Установлено тісний позитивний кореляційний зв'язок між ІЛП та SPAD ($r = 0,89$). Частка впливу системи удобрення на формування показників асиміляційного апарату становила 55–65 %, підживлення гуматом калію – 18–25 %. **Висновки.** Найефективнішим агрозаходом для формування асиміляційного апарату міскантусу гігантського є поєднання мінеральної системи удобрення $N_{60}P_{16}K_{80}$ із дворазовим позакореневим підживленням гуматом калію. Застосування добрив і гумату калію сприяє збільшенню площі листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу та вмісту хлорофілу, що створює передумови для підвищення продуктивності біомаси культури.

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

Вступ

Міскантус гігантський є однією з найперспективніших C_4 біоенергетичних культур для вирощування в умовах помірного клімату [1]. Продуктивність його біомаси значною мірою визначається здатністю агроценозу формувати потужний асиміляційний апарат та ефективно засвоювати фото-

Як цитувати: Носенко В. Г. Формування листкового апарату та пігментного комплексу міскантусу гігантського за різних систем удобрення та підживлення гуматом калію в умовах Лісостепу. *Новітні агротехнології*. 2026. Т. 14, № 1. <https://doi.org/10.47414/na.14.1.2026.361360>



© The Author(s) 2026. Published by Institute of Bioenergy Crops and Sugar Beet of the NAAS of Ukraine. This is an open access article distributed under the terms of the license CC BY-SA 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>), which permits use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

синтетично активну радіацію (ФАР) [2]. Важливими інтегральними показниками функціонування асиміляційної системи є індекс листкової поверхні (ІЛП) і фотосинтетичний потенціал (ФП), які характеризують ступінь розвитку листкового апарату та інтенсивність фотосинтетичної діяльності посіву [3]. За даними Dohleman та Long [4], вища продуктивність міскантусу порівняно, наприклад, з кукурудзою зумовлена насамперед більшим ІЛП і тривалішим періодом активної вегетації. Zub і Brancourt-Hulmel [5] в огляді відзначили високу варіабельність індексу листкової поверхні ($4\text{--}10\text{ м}^2/\text{м}^2$) залежно від генотипу та умов вирощування.

Вміст хлорофілу розглядають як один із ключових фізіологічних показників, що характеризує потенційну інтенсивність фотосинтезу [6]. Cadoux та ін. [7] встановили позитивний вплив азотного живлення на формування пігментного комплексу міскантусу, тоді як Feng та ін. [8] довели, що внесення азоту сприяє підвищенню концентрації фосфоенолпіруваткарбоксилази (PEPC) і накопиченню хлорофілу в листках. Водночас гумінові речовини здатні стимулювати біосинтез хлорофілу [9], підвищувати стабільність мембран хлоропластів [10] та активізувати фотосинтетичні процеси. Ефективність гуматів як біостимуляторів підтверджено у роботах Rose та ін. [11], а Shen та ін. [12] встановили, що застосування гумінових кислот сприяє збільшенню вмісту хлорофілу та інтенсивності фотосинтезу проса за умов посухи.

Д. Б. Рахметов [13] та С. П. Пономаренко [14] досліджували окремі аспекти інтродукції та застосування стимуляторів росту у вирощуванні біоенергетичних культур. Проте питання формування листкового апарату, фотосинтетичного потенціалу та пігментного комплексу міскантусу за тривалого застосування різних систем удобрення у поєднанні з гуматом калію в умовах України залишаються недостатньо вивченими.

Мета досліджень – установити закономірності формування індексу листкової поверхні, фотосинтетичного потенціалу, чистої продуктивності фотосинтезу та вмісту хлорофілу міскантусу гігантського залежно від системи удобрення та підживлення гуматом калію.

Матеріали та методика досліджень

Дослідження проводили впродовж 2021–2025 рр. у Відокремленому підрозділі Національного університету біоресурсів і природокористування України «Великоснітинське навчально-дослідне господарство ім. О. В. Музиченка» (Фастівський р-н, Київська обл.) на чорноземі опідзоленому сильнозмитому (гумус – 1,43 %, N – 70,6 мг/кг, P₂O₅ – 66,6 мг/кг, K₂O – 123,7 мг/кг, рН_{KCl} – 5,76).

Дослід – двофакторний, повторність – триразова. Площа садивної ділянки становила 50 м², облікової – 35 м². Культура – міскантус гігантський ‘Осіній зорецвіт’.

Схема дослідю:

фактор А – система удобрення: А₁ – контроль (без добрив); А₂ – органічна система (щорічне внесення добрива Леонардит, 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 фазі кущіння; В₃ – у фазі виходу в трубку; В₄ – в обидві фази.

Індекс листкової поверхні рослин міскантусу (ІЛП) визначали методом висічок. Фотосинтетичний потенціал (ФП) = ІЛП × тривалість вегетації (120–170 діб) × 10000. Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) = біомаса / ФП. Значення SPAD визначали хлорофілометром SPAD-502 Plus. Статистично експериментальні дані обробляли методом дисперсійного аналізу [15].

Результати досліджень

Вибірковий аналіз крайніх варіантів (В₁ – без підживлення та В₄ – обидві фази) дозволяє найбільш наочно оцінити ефект підживлення гуматом калію у кожній системі удобрення.

Індекс листкової поверхні

Динаміка індексу листкової поверхні (рис. 1) демонструє типову логістичну криву формування плантації міскантусу: інтенсивне зростання у 2021–2023 рр. з поступовою стабілізацією у 2024–2025 рр. У всіх системах удобрення дворазове підживлення гуматом калію (В₄, пунктирні лінії) забезпечувало стабільний приріст ІЛП відносно контролю (В₁, суцільні лінії): на 16,4% для контролю (з 3,35 до 4,01 м²/м²), на 19,6 % для Леонардиту (з 4,17 до 4,99 м²/м²) та на 19,6 % для мінеральної системи (з 4,90 до 5,86 м²/м²). Найвищий абсолютний показник ІЛП (7,93 м²/м² у 2025 р.) зафіксовано у варіанті А₃В₄.

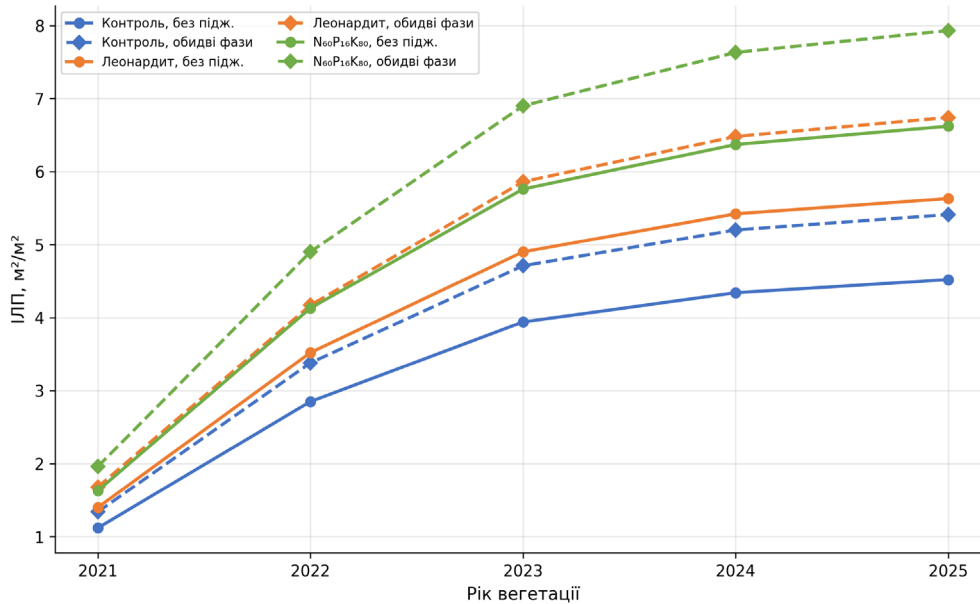


Рис. 1. Динаміка ІЛП міскантусу гігантського: вибірковий аналіз В₁ та В₄

Таблиця 1

Індекс листкової поверхні (ІЛП) міскантусу гігантського (вибіркові варіанти В₁ та В₄), м²/м²

Фактор А	Фактор В	Роки досліджень					Серед.	± SD	V, %
		2021	2022	2023	2024	2025			
Контроль	Без підживлення (В ₁)	1,12	2,85	3,94	4,34	4,52	3,35	1,41	42,0
	Обидві фази (В ₄)	1,34	3,38	4,71	5,20	5,41	4,01	1,69	42,1
Леонардит	Без підживлення (В ₁)	1,40	3,52	4,90	5,42	5,63	4,17	1,76	42,0
	Обидві фази (В ₄)	1,68	4,17	5,86	6,48	6,74	4,99	2,10	42,2
N ₆₀ P ₁₆ K ₈₀	Без підживлення (В ₁)	1,63	4,13	5,76	6,37	6,62	4,90	2,07	42,2
	Обидві фази (В ₄)	1,96	4,90	6,90	7,63	7,93	5,86	2,48	42,3
NIP _{0,05} А							-	-	-
В							-	-	-

Фотосинтетичний потенціал

Фотосинтетичний потенціал повторював закономірності індексу листкової поверхні з більш вираженими відмінностями (рис. 2, панель б). Максимальний показник ФП (9577 тис. м²·діб/га) у варіанті А₃В₄ на 74,9 % перевищував контроль А₁В₁ (5476 тис. м²·діб/га). Чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) була стабільною (1,37 г/м²·доба) незалежно від варіанту, що свідчить про підвищення продуктивності переважно через зростання ФП [4].

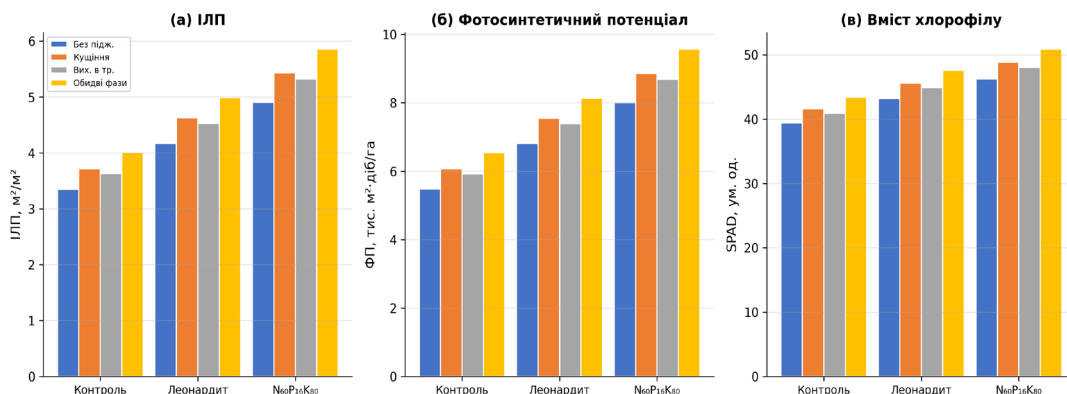


Рис. 2. Порівняння ІЛП (а), ФП (б) та SPAD (в) за системами удобрення та підживлення (середнє за 2021–2025 рр.)

Уміст хлорофілу

Значення SPAD закономірно зростали з віком плантації (рис. 3). У 2021 р. SPAD варіював від 34,2 (A_1B_1) до 44,3 (A_3B_4) ум. од., а у 2025-му – від 42,5 до 55,0 ум. од. Мінеральна система забезпечувала найвищі середні SPAD (48,5 ум. од. по фактору A_3), перевищуючи контроль (41,3) на 17,4 % та Леонардит (45,3) на 7,1 %. Дворазове підживлення збільшувало SPAD на 8,5–10,2 % ($HP_{0,05} = 3,6$). Sadoux та ін. [7] також відмічали позитивний вплив азоту на пігментний комплекс міскантусу.

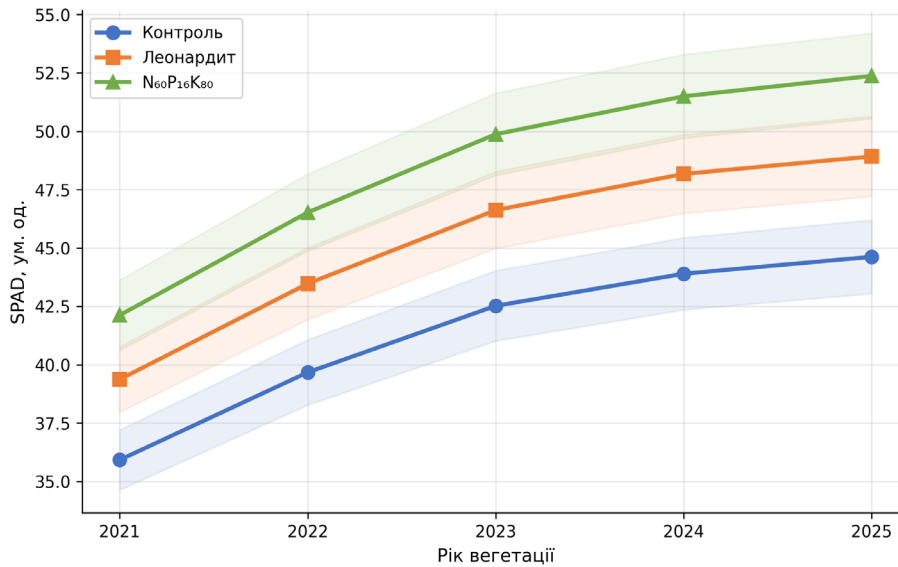


Рис. 3. Динаміка SPAD за системами удобрення (середнє по рівнях фактора В, \pm SD)

Кореляційний аналіз (рис. 4) виявив тісну позитивну залежність між ІЛП та SPAD ($r = 0,89$), що свідчить про синхронність формування листового апарату та пігментного комплексу. Рослини з більшим ІЛП характеризувалися і вищим вмістом хлорофілу, що відображає загальне покращення фізіологічного стану плантації з віком [5].

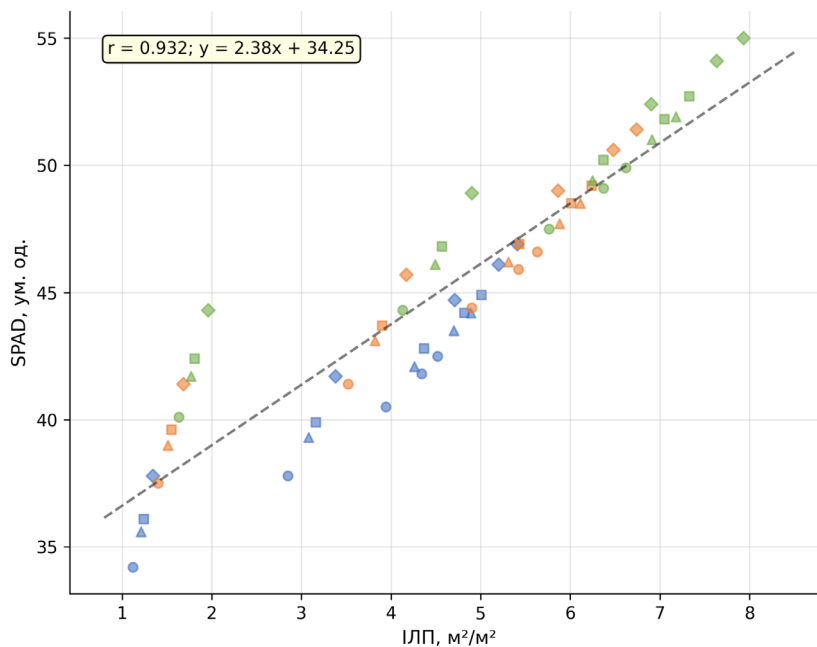


Рис. 4. Кореляція між ІЛП та SPAD міскантусу гігантського ($r = 0,89$, $n = 60$)

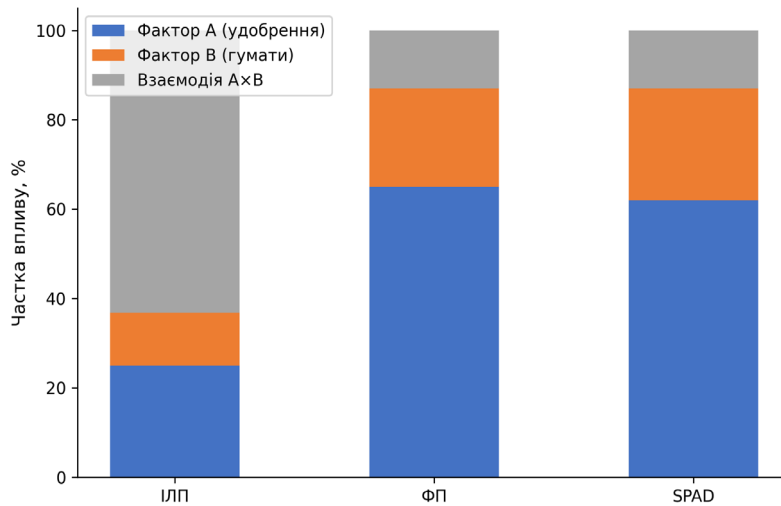


Рис. 5. Відносний внесок факторів у формування показників асиміляційного апарату

Аналіз вкладу факторів (рис. 5) показав, що система удобрення (фактор А) є домінуючим чинником впливу на всі досліджені показники (55–65 %), тоді як підживлення гуматом калію (фактор В) забезпечує 18–25 % загальної мінливості. Це підтверджує висновки Rogrzeba та ін. [16] про первинну роль базового мінерального фону у формуванні фотосинтетичного апарату.

Висновки

Індекс листової поверхні зростав від 1,12–1,96 до 4,52–7,93 м²/м². Мінеральна система забезпечила приріст на 46,3 %, органічна – на 24,5 %. Фотосинтетичний потенціал варював від 5476 до 9577 тис. м²·діб/га. Чиста продуктивність фотосинтезу стабільна (1,37 г/м²·доба). SPAD зростав від 34,2–44,3 до 42,5–55,0 ум. од. Кореляція ІЛП–SPAD становила $r = 0,89$. Дворазове підживлення гуматом калію підвищувало індекс листової поверхні на 16,4–19,6 %, SPAD – на 8,5–10,2 %. Фактор А забезпечує 55–65 % впливу на формування фотосинтетичних показників рослин, фактор В – 18–25 %.

Перспективи подальших досліджень полягають у встановленні зав'язків між показниками асиміляційного апарату та врожайністю біомаси міскантусу гігантського.

Використана література

- 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, Iss. 4. P. 209–227. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00032-5)
- 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, Iss. 4. P. 509–518. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00749.x>
- Canopy Photosynthesis: From Basics to Applications / ed. by K. Hikosaka, Ü. Niinemets, & N. P. R. Anten. Dordrecht : Springer, 2016. 428 p. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7291-4>
- Dohleman F. G., Long S. P. More productive than maize in the Midwest: How does *Miscanthus* do it? *Plant Physiology*. 2009. Vol. 150, Iss. 4. P. 2104–2115. <https://doi.org/10.1104/pp.109.139162>
- 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, Iss. 2. P. 201–214. <https://doi.org/10.1051/agro/2009034>
- Markwell J., Osterman J. C., Mitchell J. L. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*. 1995. Vol. 46. P. 467–472. <https://doi.org/10.1007/BF00032301>
- Cadoux S., Riche A. B., Yates N. E., Machet J.-M. Nutrient requirements of *Miscanthus × giganteus*: conclusions from a review of published studies. *Biomass and Bioenergy*. 2012. Vol. 38. P. 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.015>
- Feng X. P., Chen Y., Qi Y. H. et al. Nitrogen enhanced photosynthesis of *Miscanthus* by increasing stomatal conductance and phosphoenolpyruvate carboxylase concentration. *Photosynthetica*. 2012. Vol. 50, Iss. 4. P. 577–586. <https://doi.org/10.1007/s11099-012-0061-3>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

10. Nardi S., Pizzeghello D., Muscolo A., Vianello A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*. 2002. Vol. 34, Iss. 11. P. 1527–1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
11. Rose M. T., Patti A. F., Little K. R. et al. A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances. *Advances in Agronomy*. 2014. Vol. 124. P. 37–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4>
12. Shen J., Guo M., Wang Y. et al. Humic acid improves the physiological and photosynthetic characteristics of millet seedlings under drought stress. *Plant Signaling & Behavior*. 2020. Vol. 15, Iss. 8. Article 1774212. <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1774212>
13. Рахметов Д. Б. Теоретичні та прикладні аспекти інтродукції рослин в Україні. Київ, 2011. 398 с.
14. Пономаренко С. П. Регулятори росту рослин на основі N-оксидів похідних піридину (фізико-хімічні властивості й біологічна активність). Київ : Техніка, 1999. 272 с.
15. Присяжнюк О. І., Климович Н. М., Полуніна О. В. та ін. Методологія і організація наукових досліджень у сільському господарстві та харчових технологіях. Київ : Нілан-ЛТД, 2021. 300 с. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2>
16. Pogrzeba M., Rusinowski S., Sitko K. et al. Relationships between soil parameters and physiological status of *Miscanthus × giganteus* cultivated on soil contaminated with trace elements under NPK fertilisation vs. microbial inoculation. *Environmental Pollution*. 2017. Vol. 225. P. 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.058>

References

1. Lewandowski, I., Clifton-Brown, J. C., Scurlock, J. M. O., & Huisman, W. (2000). *Miscanthus*: European experience with a novel energy crop. *Biomass and Bioenergy*, 19(4), 209–227. [https://doi.org/10.1016/S0961-9534\(00\)00032-5](https://doi.org/10.1016/S0961-9534(00)00032-5)
2. Clifton-Brown, J. C., Stampfl, P. F., & Jones, M. B. (2004). *Miscanthus* biomass production for energy in Europe and its potential contribution to decreasing fossil fuel carbon emissions. *Global Change Biology*, 10(4), 509–518. <https://doi.org/10.1111/j.1529-8817.2003.00749.x>
3. Hikosaka, K., Niinemets, Ü., & Anten, N. P. R. (Eds.). (2016). *Canopy photosynthesis: From basics to applications*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-94-017-7291-4>
4. Dohleman, F. G., & Long, S. P. (2009). More productive than maize in the Midwest: How does *Miscanthus* do it? *Plant Physiology*, 150(4), 2104–2115. <https://doi.org/10.1104/pp.109.139162>
5. Zub, H. W., & Brancourt-Hulmel, M. (2010). Agronomic and physiological performances of different species of *Miscanthus*, a major energy crop: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, 30(2), 201–214. <https://doi.org/10.1051/agro/2009034>
6. Markwell, J., Osterman, J. C., & Mitchell, J. L. (1995). Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosynthesis Research*, 46, 467–472. <https://doi.org/10.1007/BF00032301>
7. Cadoux, S., Riche, A. B., Yates, N. E., & Machet, J.-M. (2012). Nutrient requirements of *Miscanthus × giganteus*: Conclusions from a review of published studies. *Biomass and Bioenergy*, 38, 14–22. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2011.01.015>
8. Feng, X. P., Chen, Y., Qi, Y. H., Yu, C. L., Zheng, B.-S., Brancourt-Hulmel, M., & Jiang, D.-A. (2012). Nitrogen enhanced photosynthesis of *Miscanthus* by increasing stomatal conductance and phosphoenolpyruvate carboxylase concentration. *Photosynthetica*, 50(4), 577–586. <https://doi.org/10.1007/s11099-012-0061-3>
9. Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, 196, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
10. Nardi, S., Pizzeghello, D., Muscolo, A., & Vianello, A. (2002). Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, 34(11), 1527–1536. [https://doi.org/10.1016/S0038-0717\(02\)00174-8](https://doi.org/10.1016/S0038-0717(02)00174-8)
11. Rose, M. T., Patti, A. F., Little, K. R., Brown, A. L., Jackson, W. R., & Cavagnaro, T. R. (2014). A meta-analysis and review of plant-growth response to humic substances. *Advances in Agronomy*, 124, 37–89. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800138-7.00002-4>
12. Shen, J., Guo, M., Wang, Y., Yuan, X., Wen, Y., Song, X., Dong, S., & Guo, P. (2020). Humic acid improves the physiological and photosynthetic characteristics of millet seedlings under drought stress. *Plant Signaling & Behavior*, 15(8), Article 1774212. <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1774212>
13. Rakhmetov, D. B. (2011). *Theoretical and applied aspects of plant introduction in Ukraine*. Agrar Media Group.
14. Ponomarenko, S. P. (1999). *Plant growth regulators based on N-oxides of pyridine derivatives (physicochemical properties and biological activity)*. Tekhnika. [In Ukrainian]
15. Prysiazhniuk, O. I., Klymowych, N. M., Polunina, O. V., Yevchuk, Ya. V., Tretiakova, S. O., Kononenko, L. M., Voitovska, V. I., & Mykhailovyn, Yu. M. (2021). *Methodology and organization of scientific research in agriculture and food technologies*. Nilan-LTD. <https://doi.org/10.47414/978-966-924-927-2> [In Ukrainian]
16. Pogrzeba, M., Rusinowski, S., Sitko, K., Krzyżak, J., Skalska, A., Małkowski, E., Ciszek, D., Werle, S., McCalmont, J. P., Mos, M., & Kalaji, H. M. (2017). Relationships between soil parameters and physiological status of *Miscanthus ×*

giganteus cultivated on soil contaminated with trace elements under NPK fertilisation vs. microbial inoculation. *Environmental Pollution*, 225, 163–174. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.03.058>

UDC 633.88:581.132:631.8

Nosenko, V. H. (2026). Formation of the leaf apparatus and pigment complex of *Miscanthus × giganteus* under different fertilisation systems and foliar application of potassium humate in the Forest Steppe. *Advanced Agritechnologies*, 14(1). <https://doi.org/10.47414/na.14.1.2026.361360> [In Ukrainian]

National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, 15 Heroiv Oborony St., Kyiv, 03041, Ukraine, e-mail: nosenko.v@ukr.net

Aim. To establish the patterns of formation of leaf area index, photosynthetic potential, net photosynthetic productivity, and chlorophyll content of *Miscanthus × giganteus* depending on the fertilisation system and foliar application of potassium humate. **Methods.** The study was conducted in 2021–2025 at the Velyka Snitynka Educational and Research Farm of NULES of Ukraine (Kyiv region) on strongly eroded podzolic chernozem. Three fertilisation systems were studied (factor A): no fertilisation, organic (Leonardite, 100 kg/ha), and mineral (N₆₀P₁₆K₈₀), as well as four variants of foliar application of potassium humate (2 l/ha) (factor B): no application, at the tillering stage, at stem elongation, and double application. Leaf area index (LAI) was determined by the cut-out method; photosynthetic potential (PP) was calculated based on LAI and vegetation duration; net photosynthetic productivity (NPP) was assessed as the ratio of biomass to PP. Chlorophyll content was measured using a SPAD-502 Plus chlorophyll meter. **Results.** The formation of the miscanthus leaf apparatus was characterised by intensive growth in 2021–2023, followed by stabilisation in 2024–2025. The highest LAI values were obtained under mineral fertilisation combined with double potassium humate application – 7.93 m²/m² in 2025. Double application increased LAI by 16.4–19.6% compared with the untreated control. PP ranged from 5476 to 9577 thousand m²·days/ha, with maximum values also recorded in the N₆₀P₁₆K₈₀ + double humate treatment. NPP remained stable across treatments, averaging 1.37 g/m²·day, indicating the decisive role of assimilation surface area in crop productivity. SPAD values increased consistently with plantation age: from 34.2–44.3 units in 2021 to 42.5–55.0 units in 2025. Mineral fertilisation provided a 17.4% advantage in chlorophyll content over the control. A strong positive correlation was established between LAI and SPAD ($r = 0.89$). The contribution of fertilisation system to assimilation apparatus formation was 55–65%, while potassium humate application accounted for 18–25%. **Conclusions.** The most effective agronomic measure for forming the assimilation apparatus of *Miscanthus × giganteus* in the Forest Steppe is the combination of mineral fertilisation (N₆₀P₁₆K₈₀) with double foliar application of potassium humate. Fertilisation and humate application promote increases in leaf area, photosynthetic potential, and chlorophyll content, creating favourable conditions for enhanced biomass productivity.

Keywords: *Miscanthus × giganteus*; leaf area index; photosynthetic potential; net photosynthetic productivity; chlorophyll; SPAD; leonardite; potassium humate; fertilisation system; bioenergy crops.

Надійшла / Received 26.02.2026

Погоджено до друку / Accepted 27.03.2026

Опубліковано онлайн / Published online 28.05.2026