



Рослинництво, кормовиробництво

УДК 633.63:631.81.095

© 2026

ЗАЛЕЖНІСТЬ ПЛОЩІ ЛИСТКОВОЇ ПОВЕРХНІ, СТРУКТУРИ ВРОЖАЮ ТА ЯКОСТІ ЗЕРНА ПРОСА ПОСІВНОГО ВІД АЗОТНОГО ЖИВЛЕННЯ

С.П. Полторецький¹, А.В. Щербина²

¹доктор сільськогосподарських наук, професор

Уманський національний університет

Міністерства освіти і науки України

вул. Інститутська, 1, м. Умань Черкаської обл., 20300, Україна

e-mail: ¹poltorec@gmail.com, ²andrewcherbina838@gmail.com

ORCID: ¹0000-0003-3334-0880, ²0009-0004-0909-2201

Надійшла 04.11.2025. Рецензована 07.11.2025. Прийнята до друку 17.02.2026

Мета. Проаналізувати динаміку формування асиміляційної поверхні листового апарату, високої врожайності та якості зерна проса посівного залежно від азотного живлення. **Методи.** Польовий — для дослідження впливу доз азотних добрив на ріст і розвиток та врожайність проса посівного; вимірально-ваговий — для визначення площі листків, урожайності та структури врожаю культури; інфрачервоної спектроскопії — для визначення вмісту білка в зерні; математико-статистичний — для опрацювання експериментальних даних із використанням програми Statistica 2013. **Результати.** Дослідження проводили у 2024–2025 рр. у тимчасовому польовому досліді Уманського національного університету. Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений важкосуглинковий. Наведено дані досліджень щодо інтенсивності удобрення проса посівного азотними добривами, впливу азотних добрив на формування листової поверхні, структуру і рівень врожайності та якість зерна. Виявлено позитивний вплив інтенсивного азотного живлення на ріст і розвиток листового апарату, врожайність і якість зерна проса посівного. **Висновки.** Найефективнішою дозою азотних добрив у посівах проса посівного є 80 кг/га із внесенням під оранку нітроамофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$, у передпосівну культивуацію — 30 кг/га амонійної селітри, наприкінці фази кушіння позакоренево — 20 кг/га сечовини. Площа листового апарату у фазі ВВСН 60 становила 36,6 тис. м²/га, що на 15,4 тис. м²/га більше, ніж на контролі без добрив. За цієї дози

азотних добрив сформувалась оптимальна структура врожаю проса: довжина волоті — 36,8 см, кількість зерен у волоті — 488 шт., маса 1000 зерен — 8,1 г, маса зерен у волоті — 4,0 г. За внесення $N_{80}P_{30}K_{30}$ досягнуто найвищої врожайності зерна проса посівного — 4,40 т/га, що на 1,29 т/га більше за її значення на контролі без добрив. У вологому 2025 р. врожайність його зерна була на 1,05 т/га вищою, ніж у посушливому 2024 р. Інтенсивне багаторазове удобрення азотними добривами дозою 80 кг/га забезпечило найвищий вміст білка в зерні проса посівного — 13,4%, що на 1,3% більше порівняно з показником на контролі без добрив. У посушливому 2024 р. вміст білка в зерні був на 2,4% більшим, ніж у вологому 2025 р.

Ключові слова: азот, білок, довжина волоті, маса 1000 зерен, урожайність.

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202602-02>

Останніми роками дедалі більше уваги приділяють вирощуванню важливої круп'яної культури — проса посівного, яке є резистентним до посухи і за харчовими якостями зерна посідає одне з перших місць серед круп'яних культур. В Україні його посіви незначні (у межах 85,5 тис. га), однак з урахуванням посушливості клімату площі під цією культурою розширюються [1–4].

У сівозмінах просо посівне традиційно вирощують за післядії добрив, що не дає змоги повністю розкрити його генетичний потенціал і досягти максимальних показників урожайності та якості зерна [5]. Азотні добрива є одним із найважливіших факторів впливу на продуктивність і якість зерна цієї культури [6, 7]. Просо посівне позитивно реагує на весняне внесення азотних добрив, у передпосівну культивування і фазу кушіння — виходу в трубку [8, 9]. Інтенсивне азотне живлення навесні сприяє збільшенню кількості продуктивних стебел, формуванню потужного листкового апарату, посиленню динаміки росту й розвитку рослин і високій продуктивності ценозу [10, 11].

В умовах нестійкого зволоження зони Правобережного Лісостепу питання інтенсивного удобрення проса посівного азотними добривами вивчене недостатньо.

Мета досліджень — визначити ефективну дозу азотних добрив, яка сприятиме формуванню розвиненої асиміляційної поверхні листкового апарату, високої врожайності та якості зерна проса посівного.

Матеріали та методи досліджень. Дослідження проводили у 2024–2025 рр. у тимчасовому польовому досліді Уманського національного університету. Площа посівної ділянки — 50 м², облікової — 25 м². Варіанти досліді розміщено системно послідовно, повторність — 4-разова. Ґрунт дослідного поля — чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесових породах з вмістом гумусу в орному шарі 0–30 см 3,5% (за Тюрнімом), рухомого фосфору й калію — 102 і 136 мг/кг ґрунту відповідно (за Чиріковим), рН_{KCl} — 5,8.

У досліді висівали середньоранній сорт проса посівного Кеша, період вегетації — 77–89 діб, оригінатор — ННЦ «Інститут землеробства НААН». Сорт стійкий до вилягання, впливу абіотичних факторів середовища, ураження сажкою. Агротехніка його вирощування — загальноприйнята для зони Лісостепу України, попередником проса була соя. Сівбу проводили у II декаді за прогрівання ґрунту на глибину 10 см до 10–12 °С.

Мінеральні добрива вносили згідно зі схемою досліді, наведеною в табл. 1:

1. Вплив доз азотних добрив на площу листків проса посівного (2024–2025 рр.), тис. м²/га

Варіант	Фаза росту й розвитку			
	ВВСН 25	ВВСН 35	ВВСН 60	ВВСН 90
Без добрив (контроль)	10,8	17,7	21,2	10,2
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀	15,1	24,6	26,5	14,6
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀	18,4	28,7	32,4	16,7
N ₃₀ P ₃₀ K ₃₀ + N ₃₀ + N ₂₀	18,3	32,8	36,6	18,7
НІР _{0,5}	1,1	1,6	1,7	0,9
P, %	2,4	2,7	2,5	2,3

Примітка. N₃₀P₃₀K₃₀ вносили під оранку, N₃₀ — у передпосівну культивуацію, N₂₀ — позакоренево наприкінці фази кушіння (для табл. 1–4).

під оранку — нітроамофоску (NPK = 16:16:16), у передпосівну культивуацію — амонійну селітру з умістом азоту 34,5%, позакоренево наприкінці фази кушіння — сечовину з умістом азоту 46%. Площу листків визначали за методикою О.О. Ничипоровича методом «висічок», уміст білка в зерні — методом інфрачервоної спектроскопії за ДСТУ 4117:2007. Облік урожаю проса проводили пробними снопами з перерахунком на площу 1 га, компоненти структури врожаю визначали згідно з методикою наукових досліджень [12]. Результати досліджень опрацьовували з використанням методу дисперсійного аналізу [12].

Погодні умови в роки досліджень істотно різнилися. Так, у 2024 р. вегетаційний період був середньопосушливим із гідротермічним коефіцієнтом Селянинова (ГТК) 0,88. Сильну посуху спостерігали в липні з ГТК 0,25, решта місяців були сприятливими для вирощування проса: ГТК у квітні був на рівні 1,44, травні — 0,91, червні — 0,90 (рис. 1).

У 2025 р. вегетаційний період мав достатню забезпеченість вологою з показником ГТК на рівні 1,34. Відзначено нерівномірність випадання опадів: травень був надмірно вологим із ГТК 2,62, червень — дуже посушливим із ГТК 0,19, решта місяців мали сприятливі умови вологозабезпечення.

Результати досліджень. Площа листків є важливим показником, який формує спроможність рослин до високих урожаїв. У середньому на контролі без добрив за 2024–2025 рр. найбільш розвиненою листовою поверхнею була у фазі ВВСН 60 — 21,2 тис. м²/га, найменшою — у фазі ВВСН 25 і ВВСН 90 — 10,8 і 10,2 тис. м²/га відповідно. Від фази кушіння (ВВСН 25) до цвітіння (ВВСН 60) рослини проса посівного нарощували листову поверхню, створюючи умови інтенсивного проходження процесів фотосинтезу, надалі домінували процеси відмирання листків (див. табл. 1).

Із застосуванням під оранку N₃₀P₃₀K₃₀ в основних фазах росту й розвитку проса посівного збільшилася площа листової поверхні. Внесення добрив посилює розвиток листової поверхні

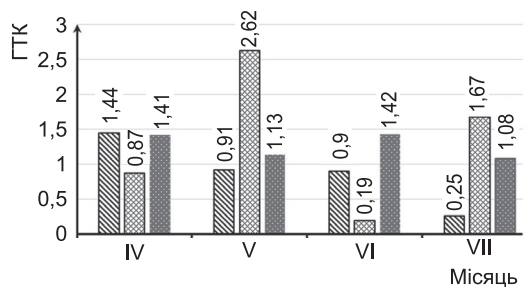


Рис. 1. Гідротермічний коефіцієнт Селянинова (ГТК) у роки досліджень: ▨ — 2024 р.; ▩ — 2025 р.; ■ — середній багаторічний

2. Вплив доз азотних добрив на структуру врожая проса посівного (2024–2025 рр.)

Варіант	Довжина волоті, см	Маса зерен у волоті, г	Кількість зерен у волоті, шт.	Маса 1000 зерен, г
Без добрив (контроль)	20,2	2,3	345	6,7
$N_{30}P_{30}K_{30}$	26,6	2,8	388	7,3
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	31,7	3,4	436	7,8
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30} + N_{20}$	36,8	4,0	488	8,1
$НІР_{0,5}$	1,8	0,3	26	0,4
P, %	2,2	2,6	2,3	2,2

впродовж усього вегетаційного періоду: у фазах ВВСН 25 та ВВСН 35 площа листків порівняно з контролем без добрив збільшилася на 39%, ВВСН 60 — 25, ВВСН 90 — на 43%.

Підвищення дози азоту до 60 кг/га із внесенням додатково в передпосівну культивування 30 кг/га амонійної селітри забезпечило подальше збільшення площі листової поверхні. У фазі ВВСН 25 площа листків порівняно з площею на контролі без добрив збільшилася в 1,70 раза, ВВСН 35 — 1,62, ВВСН 60 — 1,53, ВВСН 90 — в 1,63 раза.

Найбільшу площу листової поверхні рослини проса посівного мали за 3-разового внесення азотних добрив, коли під оранку застосовували нітроамфоску дозою $N_{30}P_{30}K_{30}$, у передпосівну культивування — 30 кг/га амонійної селітри, наприкінці фази куціння — позакоренево сечовину дозою 20 кг/га. У фазах ВВСН 25 площа листків порівняно з контролем без добрив зросла в 1,69 раза, ВВСН 35 — в 1,85, ВВСН 60 — в 1,73, ВВСН 90 — в 1,83 раза.

Із застосуванням добрив у посівах проса посівного істотно поліпшилася структура врожая. На контролі без добрив довжина волоті його рослин становила 20,2 см, кількість зерен у волоті — 345 шт., маса 1000 зерен — 6,7 г, маса зерен у волоті — 2,3 г (табл. 2).

За внесення під оранку $N_{30}P_{30}K_{30}$ довжина волоті становила 26,6 см, кількість зерен у волоті — 388 шт., маса

1000 зерен — 7,3 г, маса зерен у волоті — 2,8 г. Порівняно з контролем без добрив ці показники були більшими, відповідно, на 6,4 см, 43 шт., 0,6 і 0,5 г.

За дози добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ (за внесення додатково в передпосівну культивування 30 кг/га амонійної селітри) поліпшилася структура врожая проса посівного. У цьому разі довжина волоті становила 31,7 см, кількість зерен у волоті — 436 шт., маса 1000 зерен — 7,8 г, маса зерен у волоті — 3,4 г. Порівняно з контролем без добрив ці показники збільшилися, відповідно, на 11,5 см, 91 шт., 1,1 г і 1,1 г.

Найкращих показників структури врожая проса посівного досягнуто за дози мінеральних добрив $N_{80}P_{30}K_{30}$ (за 3-разового внесення азотних добрив): довжина волоті становила 36,8 см, кількість зерен у волоті — 488 шт., маса 1000 зерен — 8,1 г, маса зерен у волоті — 4,0 г. Порівняно з контролем без добрив зазначені показники були більшими, відповідно, на 16,6 см, 143 шт., 1,4 і 1,7 г.

Застосування мінеральних добрив сприяло підвищенню врожайності зерна проса посівного. На контролі без добрив цей показник у середньому за 2024–2025 рр. становив 3,11 т/га. У 2025 р. за достатнього забезпечення вегетаційного періоду вологою врожайність була на 1,18 т/га вищою, ніж у посушливому 2024 р. Порівняно з контролем без добрив показники збільшилися на 3,70 та 2,52 т/га відповідно (табл. 3).

3. Вплив доз азотних добрив на врожайність зерна проса посівного, т/га

Варіант	Рік досліджень		Середній за 2 роки
	2024	2025	
Без добрив (контроль)	2,52	3,70	3,11
$N_{30}P_{30}K_{30}$	3,04	4,32	3,68
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	3,47	4,76	4,12
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30} + N_{20}$	3,87	4,92	4,40
$HIP_{0,5}$	0,22	0,27	0,24
P, %	2,5	2,3	2,3

За 2024–2025 рр. із внесенням під оранку $N_{30}P_{30}K_{30}$ урожайність проса посівного порівняно зі значенням на контролі без добрив у середньому підвищилася на 0,57 т/га за абсолютного показника 3,68 т/га. У 2024 р. цей показник збільшився на 0,52 т/га, у 2025 р. — на 0,62 т/га. У вологому 2025 р. добрива меншою мірою впливали на врожайність зерна досліджуваної культури. Ефективним у посівах проса посівного визнано 2-разове внесення азотних добрив за повної дози мінерального добрива $N_{60}P_{30}K_{30}$. Так, у середньому за 2024–2025 рр. врожайність зерна в цьому варіанті була на рівні 4,12 т/га, що порівняно з контролем без добрив більше на 1,01 т/га. У вологому 2025 р. врожайність зерна була на 1,28 т/га вищою, ніж у посушливому 2024 р. Найвищої врожайності зерна проса посівного досягнуто за дози мінеральних добрив $N_{80}P_{30}K_{30}$ (за 3-разового внесення азотних добрив). Так, у середньому за 2024–2025 рр. врожайність зерна в цьому варіанті становила 4,40 т/га, що порівняно з контролем без добрив більше на 1,29 т/га. У вологому 2025 р. вона на 1,05 т/га була вищою, ніж у посушливому 2024 р., досягнувши найвищого показника за роки досліджень — 4,92 т/га.

Якість зерна проса посівного залежала від внесених добрив і погодних умов

4. Вплив доз азотних добрив на вміст білка в зерні проса посівного, %

Варіант	Рік досліджень		Середній за 2 роки
	2024	2025	
Без добрив (контроль)	13,2	10,9	12,1
$N_{30}P_{30}K_{30}$	14,1	11,4	12,8
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30}$	14,5	11,6	13,1
$N_{30}P_{30}K_{30} + N_{30} + N_{20}$	14,6	12,2	13,4
$HIP_{0,5}$	0,6	0,5	0,5
P, %	1,9	2,1	2,0

року. У середньому за 2024–2025 рр. на контролі без добрив вміст білка в зерні становив 12,1% із варіюванням: 13,2% у посушливому 2024 р., 10,9% у вологому 2025 р. Посушливі умови 2024 р. сприяли формуванню кращої якості його зерна: вміст білка в зерні порівняно з показником 2025 р. збільшився на 2,3% (табл. 4).

Внесення під оранку $N_{30}P_{30}K_{30}$ забезпечило вміст білка в зерні проса посівного в середньому за 2024–2025 рр. на рівні 12,8%, що порівняно з контролем без добрив було більшим на 0,7%. У посушливому 2024 р. з внесенням добрив вміст білка в зерні підвищився на 0,9%, у вологому 2025 р. — на 0,5%. Збільшення дози азоту в складі мінерального добрива на 30 кг/га сприяло поліпшенню якості зерна проса посівного. За дози мінеральних добрив $N_{60}P_{30}K_{30}$ (за 2-разового внесення азоту) вміст білка в зерні в середньому за 2024–2025 рр. становив 13,1%, що порівняно з контролем без добрив на 1,0% більше. У посушливому 2024 р. вміст білка в зерні був на 2,9% більшим, ніж у вологому 2025 р. Найвищого вмісту білка в зерні проса посівного досягнуто за дози мінеральних добрив $N_{80}P_{30}K_{30}$ (за 3-разового внесення азотних добрив). У середньому за 2024–2025 рр. вміст білка в зерні становив 13,4%, що

на 1,3% більше, ніж на контролі без добрив. У посушливому 2024 р. вміст білка в зерні був на 2,4% вищим, ніж

у вологому 2025 р., досягнувши максимального показника за роки досліджень — 14,6%.

Висновки

Просо посівне позитивно реагує на інтенсивне азотне живлення. Найефективнішою дозою азотних добрив у його посівах є 80 кг/га із внесенням під оранку нітроамофоски $N_{30}P_{30}K_{30}$, у передпосівну культувацію — 30 кг/га амонійної селітри й наприкінці фази куцїння позакоренево — 20 кг/га сечовини. Площа листкового апарату у фазі BBCH 60 становила 36,6 тис. м²/га, що істотно більше порівняно з контролем без добрив — на 15,4 тис. м²/га. Доза азотних добрив 80 кг/га сприяє формуванню оптимальної структури врожаю проса: довжина волоті становить 36,8 см, кількість зерен у волоті — 488 шт.,

маса 1000 зерен — 8,1 г, маса зерен у волоті — 4,0 г.

За внесення $N_{80}P_{30}K_{30}$ отримано найвищу врожайність зерна проса посівного — 4,40 т/га, що порівняно зі значенням на контролі без добрив на 1,29 т/га вище. У вологому 2025 р. врожайність зерна була на 1,05 т/га вищою, ніж у посушливому 2024 р. Інтенсивне багаторазове удобрення азотними добривами дозою 80 кг/га забезпечило найвищий вміст білка в зерні проса посівного — 13,4%, що порівняно з показником на контролі без добрив на 1,3% більше. У посушливому 2024 р. вміст білка в зерні був на 2,4% більшим, ніж у вологому 2025 р.

Poltoretskyi S.¹, Shcherbyna A.²

Uman National University, 1 Instytutska Str., Uman, Cherkassy oblast, 20300, Ukraine; e-mail: ¹poltorec@gmail.com, ²andrewcherbina838@gmail.com; ORCID: ¹0000-0003-3334-0880, ²0009-0004-0909-2201

Dependence of the leaf surface area, crop structure, and quality of sowing millet grain on nitrogen nutrition

Goal. To analyze the dynamics of the formation of the assimilation surface of the leaf apparatus, high yield and quality of millet grain, depending on nitrogen nutrition.

Methods. Field — to study the impact of doses of nitrogen fertilizers on the growth and development and yield of sowing millet; measuring-weight — to determine the area of leaves, yield, and structure of the crop; infrared spectroscopy — to determine the protein content in the grain; mathematical-statistical — for processing experimental data using Statistica 2013 software. **Results.** The study was conducted in 2024–2025 in a temporary field experiment at Uman National University. The soil of the experimental field was podzolized heavy-clay black soil. Research data on the

intensity of fertilization of millet with nitrogen fertilizers, the influence of nitrogen fertilizers on the formation of the leaf surface, the structure and level of yield, and grain quality were provided. The positive influence of intensive nitrogen nutrition on the growth and development of the leaf apparatus, the yield, and quality of millet grain was fixed. **Conclusions.** The most effective dose of nitrogen fertilizers in millet crops was 80 kg/ha with the introduction of nitroamofoska $N_{30}P_{30}K_{30}$ for plowing, 30 kg/ha of ammonium nitrate for pre-sowing cultivation, and 20 kg/ha of urea at the end of the shrubbery phase. The area of the leaf apparatus in the BBCH 60 phase was 36.6 thousand m²/ha, which was 15.4 thousand m²/ha more than at the control without fertilizers. With this dose of nitrogen fertilizers, the optimal structure of millet harvest was formed: the length of the panicle was 36.8 cm, the number of grains in the panicle was 488 pcs., the weight of 1000 grains was 8.1 g, and the weight of grains in the panicle was 4.0 g. By applying $N_{80}P_{30}K_{30}$, the highest yield of millet grain was achieved — 4.40 tons/ha, which was 1.29 tons/ha more than the value

in the control without fertilizers. In wet 2025, its grain yield was 1.05 tons/ha higher than in dry 2024. Intensive repeated fertilization with nitrogen fertilizers at a dose of 80 kg/ha provided the highest protein content in millet grain — 13.4%, which was 1.3% more than in

the control without fertilizers. In dry 2024, the protein content in the grain was 2.4% higher than in wet 2025.

Key words: *nitrogen, protein, length of panicle, weight of 1000 grains, yield.*

DOI: <https://doi.org/10.31073/agrovisnyk202602-02>

Бібліографія

1. Рудник-Іващенко О.І. Адаптивний потенціал проса. *Насінництво*. 2010. № 1. С. 5–12.

2. Посівні площі у 2025 році. Комітет Верховної Ради з питань аграрної та земельної політики. https://www.rada.gov.ua/news/news_kom/258168.html

3. Маласай В.М., Стрихар А.Є. Просо в Україні. *Насінництво*. 2011. № 5. С. 7–10.

4. Рудник-Іващенко О.І., Григоращенко Л.В. Залежність ознак урожайності проса від впливу кліматичних умов за фазами розвитку. *Хімія. Агронімія*. 2011. № 8. С. 28–35.

5. Беленіхіна А.В., Костромітін В.С., Музафаров І.Г. Фактори підвищення урожайності проса. *Агробізнес сьогодні*. 2012. № 6. С. 28–30.

6. Chrzanowska-Drozd B., Kaczmarek K. Response of two common millet cultivars to nitrogen fertilization. *Biuletyn Instytutu Hodowli i Aklimatyzacji Roslin*. 2007. 245. P. 129–137.

7. Guo R., Ren Y., Ren G. et al. Impacts of Fertilizers with Varying Nitrogen Contents on Millet Yield and Rhizosphere Soil Microbial Communities: Implications for Sustainable Agricultural Development. *Sustainability*. 2025. 17(4):1557. doi: 10.3390/su17041557

8. Han G., Wang J., Zhao Y. et al. Response of quality and yield of foxtail millet to nitrogen and zink application. *Agriculture*. 2023. 13(9):1731. doi: 10.3390/agriculture13091731

9. Sharma S.K., Sharma P.K., Mandeewal R.L. et al. Effect of foliar application of nano-urea under different nitrogen levels on growth and nutrient content of pearl millet (*Pennisetum glaucum* L.). *International Journal of Plant and Soil Science*. 2022. 34(20). P. 149–155. doi: 10.9734/IJPSS/2022/v34i2031138

10. Камінський В.Ф., Глієва О.В. Площа листкового апарату та фотосинтетична продуктивність посівів проса за різних рівнів мінерального живлення. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2014. Вип. 3. С. 79–84.

11. Камінський В.Ф., Глієва О.В. Продуктивність та якість зерна проса за різних рівнів удобрення. *Зб. наук. пр. ННЦ «Інститут землеробства НААН»*. 2015. Вип. 1. С. 63–71.

12. Єщенко В.О., Копитко П.Г., Костогриз П.В., Опришко В.П. Основи наукових досліджень в агрономії: підручн.; за ред. В.О. Єщенка. Вінниця: ПП «ТД «Едельвейс і К», 2014. 332 с.