

ФОРМУВАННЯ ІНДИВІДУАЛЬНОЇ ПРОДУКТИВНОСТІ РОСЛИН СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ ДОЗ ДОБРИВ І ЇХ ПОЄДНАННЯ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук

О. В. СТОЦЬКИЙ, здобувач третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти (доктор філософії)

Уманський національний університет

Внесення добрив з азотною складовою достовірно збільшує показники індивідуальної продуктивності рослин соняшнику. Застосування фосфорних і калійних добрив найменше впливає на такі показники. Внесення борної кислоти у позакореневе підживлення достовірно не змінює індивідуальної продуктивності рослин, проте має тенденцію до їх поліпшення

Ключові слова: маса 1000 насінин, маса насіння в кошику, кількість насіння в кошику, удобрення, позакореневе підживлення.

Вступ. Соняшник (*Helianthus annuus* L.) є одними з найважливіших олійних культур, що містять високоякісну харчову олію, і вважаються джерелом харчування для людини і сировиною для промисловості [1]. Зниження росту соняшнику в першу чергу спричинене біотичними та абіотичними стресовими факторами [2]. Для оптимізації його росту удобрення відіграє важливу роль у збільшенні врожайності соняшнику. Потреба в збільшенні виробництва продуктів харчування для про годування постійно зростаючого населення спонукала до застосування синтетичних мінеральних добрив, здатних забезпечити культури поживними речовинами, необхідними для росту [3]. Однак фермери схильні надмірно додавати неорганічні добрива під час вирощування рослин, виходячи з припущення, що це може підвищити врожайність [4].

Використання лише неорганічних добрив збільшує врожайність у перший рік, але негативно впливає на довгострокову стійкість [5]. Дисбаланс у використанні добрив є одним з основних факторів низької врожайності та зниження родючості ґрунту. Як наслідок, для збільшення виробництва польових культур слід використовувати органічні добрива. Органічні добрива – це природні продукти, отримані з рослин або тварин, такі як зелене добриво, поживні залишки, гній худоби та компост [6]. Додавання органічних добрив у поєднанні з неорганічними добривами покращувало ріст і врожайність сільськогосподарських культур, покращуючи фізичні умови ґрунту, його родючість та доступність поживних речовин [7, 8]. Крім того, органічні добрива, що використовувалися разом з хімічними, давали вищі врожаї, ніж лише неорганічні добрива, збільшували накопичення вуглецю в ґрунті, зменшували викиди від мінеральних азотних добрив та сприяли високій врожайності та якості сільськогосподарських культур [9].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Родючі ґрунти є важливими для вирощування сільськогосподарських культур, а внесення органічних і

неорганічних добрив сприяє підвищенню врожайності. Дослідження [10] показало, що різні види добрив (неорганічні добрива, компост у поєднанні з біодобривом, зола з цукрової тростини) мали значний вплив на фізіологічні та метаболічні зміни у рослинах соняшнику, покращуючи ріст рослин, вміст метаболітів, активність ферментативних антиоксидантів, а також вміст мінералів і важких металів у рослинах соняшнику. Загалом, органічне та неорганічне удобрення покращило фізико-біохімічні характеристики рослин соняшнику.

Крім цього, використання органічних та неорганічних добрив було б дуже корисним не лише для підвищення продуктивності сільськогосподарських культур, але й для покращення родючості ґрунту та якості врожаю [11]. Водночас органічні відходи не стануть джерелом забруднення навколишнього середовища. Органічні відходи можна ефективно використовувати у виробництві недорогих, високоякісних органічних добрив, які можна легко використовувати для підвищення врожайності соняшнику, що сприятиме вирішенню проблеми дефіциту промислової олії, а також проблеми безпечної утилізації агрономічних відходів [12]. Органічні добрива, безсумнівно, корисні, але при надмірному використанні вони можуть завдати шкоди навколишньому середовищу так само, як і неорганічні добрива. Використання органічних добрив разом з неорганічними добривами підвищує активність мікробів, ефективність засвоєння поживних речовин та доступність рослин до необхідних поживних речовин [13]. Щоб уникнути екологічних проблем, слід проводити додаткові дослідження для пошуку нових методів внесення та відповідної кількості добрив, яка враховує тип культури, властивості ґрунту та умови регіону.

Мета. Встановити формування індивідуальної продуктивності рослин соняшнику за різних доз добрив і їх поєднання.

Методика досліджень. Експериментальну частину досліджень проведено в умовах Правобережного Лісостепу України у короткотривалому польовому досліді з географічними координатами за Гринвічем 48° 46' північної широти і 30° 14' східної довготи. Повторення дослідів триразове. Площа облікової ділянки 72 м². Ґрунт дослідної ділянки – чорнозем опідзолений важкосуглинковий на лесі з вмістом гумусу 3,8 %, вміст азоту легкогідролізованих сполук – низький, рухомих сполук фосфору та калію – підвищений, рН_{KCl} – 5,7. Добрива застосували відповідно до схеми дослідів, яка представлена в таблицях.

Закладання польових дослідів, проведення спостережень і досліджень проводили у відповідності з рекомендаціями, методичними вказівками і довідниками останніх років. Агротехніка вирощування соняшнику загальноприйнята для умов Правобережного Лісостепу України. У досліді вирощували гібрид соняшнику НК Неома (NK NEOMA CRU CLEARFIELD) «Сингента»). Гібрид середньостиглий інтенсивного типу з середньою енергією початкового росту і дуже високим потенціалом урожайності. Кращу віддачу забезпечує на родючих ґрунтах, добре реагує на внесення добрив і підживлення. Один з найкращих і найпопулярніших гібридів для технології Clearfield® (під Євролайтинг). Борну кислоту (500 г/га) застосовували у фазах BBCH13 і BBCH51 відповідно до схеми дослідів. Норму витрати робочого розчину 300 л/га.

Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом

однофакторного дисперсійного аналізу за використання спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA).

Результати досліджень. Застосування добрив впливало на формування маси 1000 насінин соняшнику (табл. 1).

Табл. 1. Формування маси 1000 насінин соняшнику залежно від удобрення, г

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє
	2023	2024	2025	
Без добрив (контроль)	56,1	44,5	43,1	47,9
P ₆₀ K ₆₀	64,2	49,3	46,7	53,4
N ₆₀ K ₆₀	63,7	49,1	47,2	53,3
N ₆₀ P ₆₀	63,1	49,3	47,0	53,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	63,2	49,5	47,6	53,4
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	58,7	48,3	45,2	50,7
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	54,5	48,0	43,1	48,5
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	58,1	48,6	44,6	50,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃	62,7	49,2	47,2	53,0
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₅₁	62,9	49,4	47,6	53,3
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃ + B ₅₁	63,1	49,7	47,4	53,4
<i>HIP</i> ₀₅	2,9	2,3	2,2	—

У середньому за три роки досліджень маса 1000 насінин була найменшою – 47,9 г. Застосування N₆₀ забезпечувало збільшення цього показника до 53,0–53,4 г або на 10–11 %. Подібно впливало застосування фосфорних і калійних добрив. Збільшення дози азотних добрив до 90–120 кг/га д. р. навпаки зменшувало масу 1000 насінин до 50,4–48,5 г, проте цей показник був вищим порівняно з контролем. Застосування борної кислоти позакоренево достовірно не змінювало маси 1000 насінин порівняно з ділянками без підживлення. При цьому мала місце лише тенденція до підвищення цього показника впродовж років досліджень. Формування маси 1000 насінин значно змінювалось упродовж років проведення досліджень. Так, найвищою вона була в 2023 р. – 56,1–64,2 г, у 2024 р. – 44,5–49,3 г, а в 2025 р. – 43,1–47,6 г залежно від варіанту досліджу.

Застосування добрив достовірно збільшувало масу насіння з однієї рослини соняшнику (табл. 2). У середньому за три роки досліджень маса насіння збільшувалась від 50,8 до 55,2 г за внесення фосфорних і калійних добрив. Застосування N_{60–120} у системі удобрення соняшнику збільшувало масу насіння до 67,2–70,1 г або на 32–38 % порівняно з ділянками без добрив. Збільшення кількості калійних добрив до K₉₀ збільшувало масу насіння з однієї рослини лише на 1 % порівняно з N₆₀P₆₀K₆₀. Застосування борної кислоти у різні фази росту рослин також не мало значної переваги порівняно з внесенням добрив без позакореневого підживлення.

Маса насіння з однієї рослини соняшнику значно змінювалась залежно від року проведення досліджень. У 2023 р. за період жовтень–квітень випало 300 мм опадів, у 2024 р. – 341 мм, а в 2024 р. – 265 мм опадів.

**Табл. 2. Формування маси насіння з однієї рослини соняшнику
залежно від удобрення, г**

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє
	2023	2024	2025	
Без добрив (контроль)	66,5	39,6	46,4	50,8
P ₆₀ K ₆₀	74,4	41,7	49,4	55,2
N ₆₀ K ₆₀	75,9	54,5	59,8	63,4
N ₆₀ P ₆₀	80,9	55,1	57,7	64,6
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	82,9	57,9	60,9	67,2
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	83,3	59,0	63,6	68,6
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	83,2	62,8	64,2	70,1
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	82,6	60,0	64,7	69,1
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃	84,1	59,9	61,4	68,4
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₅₁	85,3	59,5	61,7	68,8
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃ + B ₅₁	86,6	60,7	61,5	69,6
<i>HIP</i> ₀₅	4,2	2,7	2,9	—

За період травень–липень випало відповідно 151, 116 і 225 мм опадів. Крім цього, оптимальна температура повітря для росту соняшнику була лише в 2023 р., а в 2024 р. були періоди з високою та в 2025 р. – з низькою температурою в період формування вегетативної маси, що негативно вплинуло на формування маси насіння з однієї рослини. Так, найвищою маса насіння була в 2023 р. – 66,5–86,6 г, у 2025 р. – 46,4–64,7 г, а в 2024 р. – 39,6–62,8 г залежно від варіанту досліджу.

Змінювалась також кількість насіння на одній рослині соняшнику від застосування добрив і погодних умов року проведення досліджень (табл. 3).

**Табл. 3. Формування кількості насіння на одній рослині соняшнику
залежно від удобрення, шт.**

Варіант досліджу	Рік дослідження			Середнє
	2023	2024	2025	
Без добрив (контроль)	1185	890	1076	1050
P ₆₀ K ₆₀	1159	847	1058	1021
N ₆₀ K ₆₀	1191	1110	1268	1190
N ₆₀ P ₆₀	1283	1118	1227	1209
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀	1312	1169	1278	1253
N ₉₀ P ₆₀ K ₆₀	1420	1222	1406	1349
N ₁₂₀ P ₆₀ K ₆₀	1526	1308	1490	1442
N ₉₀ P ₆₀ K ₉₀	1422	1235	1451	1369
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃	1341	1218	1300	1286
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₅₁	1356	1205	1296	1286
N ₆₀ P ₆₀ K ₆₀ + B ₁₃ + B ₅₁	1373	1221	1298	1297
<i>HIP</i> ₀₅	70	62	65	—

Так, у середньому за три роки кількість насіння збільшувалось до 1190–1442 шт. за внесення 60–120 кг/га д. р. азотних добрив або на 13–37 % порівняно з контролем (1050 шт.). Застосування борної кислоти достовірно не впливало на формування кількості насіння на одній рослині. Застосування фосфорних і калійних добрив забезпечували зниження кількості насіння завдяки збільшенню маси 1000 насінини і маси насіння з однієї рослини.

Необхідно відзначити, що кількість насіння в 2023 і 2025 рр. була майже на одному рівні залежно від удобрення, а в 2024 р. цей показник був найменшим – 890–1308 шт. Внесення добрив по різному змінює індивідуальну продуктивність рослини соняшнику. При цьому рівень таких змін визначається особливостями погодних умов вегетаційного періоду.

Висновки. Внесення добрив з азотною складовою достовірно збільшує показники індивідуальної продуктивності рослин соняшнику. Застосування фосфорних і калійних добрив найменше впливає на такі показники. Внесення борної кислоти у позакореневе підживлення достовірно не змінює індивідуальної продуктивності рослин, проте має тенденцію до їх поліпшення.

Література

1. Любич В. В., Стоцький О. В. Формування вмісту та виходу олії з насіння соняшнику за різних технологічних заходів. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 126–133.
2. Любич В. В., Войтовська В. І. Технологічне оцінювання насіння сортів арахісу. *Вісник ЛТЕУ*. 2023. № 34. С. 40–45.
3. Alzain M.N., Loutfy N., Aboelkassem A. Effects of Different Kinds of Fertilizers on the Vegetative Growth Antioxidative Defense System and Mineral Properties of Sunflower Plants. *Sustainability*. 2023. Vol. 15. 10072.
4. Любич В. В., Остапчук В. В. Формування продуктивності тритикале озимого різних доз азотних добрив, позакореневого підживлення та сеникації. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 10–18.
5. Любич В. В., Стратуца Я. С. Урожайність та якість зерна тритикале озимого за різних видів і доз добрив. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2025. Вип. 106, Ч. 1. С. 554–553.
6. Любич В. В. Технологічні параметри виробництва зерна тритикале ярого, вирощеного за різних доз азотних добрив. *Вісник Уманського національного університету садівництва*. 2023. № 2. С. 109–116.
7. Suhaida M. N., Faizah A. K., Norhanizan U., Azimah H., Shah S. Z. Effects of organic fertilizer on growth performance and postharvest quality of pak choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* L.). *AgroTech–Food Sci. Technol. Environ.* 2022. Vol. 1. P. 43–50.
8. Любич В. В. Фізичні властивості зерна та білково-протеїназний комплекс тритикале ярого за різних доз азотних добрив. *Збірник наукових праць Уманського національного університету садівництва*. 2023. Вип. 102. С. 142–154.
9. Zemichael B., Dechassa N. Effect of mineral fertilizer farmyard manure and compost on yield of bread wheat and selected soil chemical properties in Enderta District Tigray Regional State Northern Ethiopia. *East Afr. J. Sci.* 2018. Vol. 12. P. 29–40.

10. Gentile R., Vanlauwe B., Chivenge P., Six J. Interactive effects from combining fertilizer and organic residue inputs on nitrogen transformations. *Soil Biol. Biochem.* 2008. Vol. 40. P. 2375–2384.
11. Sarwar G., Hussain N., Schmeisky H., Muhammad S., Ibrahim M., Safdar E. Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system. *Pak. J. Bot.* 2008. Vol. 40. P. 275–282.
12. Любич В. В. Значення виду жирозамінника в технології кексів. *Вісник Уманського НУС.* 2022. № 1. С. 88–94.
13. Ghosh D., Brahmachari K., Skalický M., Roy D., Das A., Sarkar S., Moulick D., Brestic M., Hejnak V., Vachova P., et al. The combination of organic and inorganic fertilizers influence the weed growth productivity and soil fertility of monsoon rice. *PLoS ONE.* 2022. Vol. 17. e262586.

References

1. Lyubych, V. V., & Stotskyi, O. V. (2025). Formation of oil content and yield from sunflower seeds under different technological practices. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 106(1), 126–133. [in Ukrainian].
2. Lyubych, V. V., & Voitovska, V. I. (2023). Technological evaluation of peanut seed varieties. *Bulletin of LTEU*, 34, 40–45. [in Ukrainian].
3. Alzain, M. N., Loutfy, N., & Aboelkassem, A. (2023). Effects of different kinds of fertilizers on the vegetative growth, antioxidative defense system, and mineral properties of sunflower plants. *Sustainability*, 15, 10072.
4. Lyubych, V. V., & Ostapchuk, V. V. (2025). Formation of winter triticale productivity under different nitrogen fertilizer doses, foliar feeding, and senication. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 106(1), 10–18. [in Ukrainian].
5. Lyubych, V. V., & Stratutsa, Ya. S. (2025). Yield and grain quality of winter triticale under different types and doses of fertilizers. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 106(1), 554–553. [in Ukrainian].
6. Lyubych, V. V. (2023). Technological parameters of spring triticale grain production under different nitrogen fertilizer doses. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 2, 109–116. [in Ukrainian].
7. Suhaida, M. N., Faizah, A. K., Norhanizan, U., Azimah, H., & Shah, S. Z. (2022). Effects of organic fertilizer on growth performance and postharvest quality of pak choy (*Brassica rapa* subsp. *chinensis* L.). *AgroTech–Food Sci. Technol. Environ.*, 1, 43–50.
8. Lyubych, V. V. (2023). Physical properties of grain and protein–protease complex of spring triticale under different nitrogen fertilizer doses. *Collection of Scientific Works of Uman National University of Horticulture*, 102, 142–154. [in Ukrainian].
9. Zemichael, B., & Dechassa, N. (2018). Effect of mineral fertilizer, farmyard manure, and compost on yield of bread wheat and selected soil chemical properties in Enderta District, Tigray Regional State, Northern Ethiopia. *East African Journal of Sciences*, 12, 29–40.

10. Gentile, R., Vanlauwe, B., Chivenge, P., & Six, J. (2008). Interactive effects from combining fertilizer and organic residue inputs on nitrogen transformations. *Soil Biology & Biochemistry*, 40, 2375–2384.
11. Sarwar, G., Hussain, N., Schmeisky, H., Muhammad, S., Ibrahim, M., & Safdar, E. (2008). Improvement of soil physical and chemical properties with compost application in rice-wheat cropping system. *Pakistan Journal of Botany*, 40, 275–282.
12. Lyubych, V. V. (2022). The role of fat replacers in cake technology. *Bulletin of Uman National University of Horticulture*, 1, 88–94. [in Ukrainian].
13. Ghosh, D., Brahmachari, K., Skalický, M., Roy, D., Das, A., Sarkar, S., Moulick, D., Brestic, M., Hejnak, V., Vachova, P., et al. (2022). The combination of organic and inorganic fertilizers influences weed growth, productivity, and soil fertility of monsoon rice. *PLoS ONE*, 17, e262586.

Annotation

Lyubych V. V., Stotskyi O. V.

Formation of Individual Productivity of Sunflower Plants under Different Fertilizer Doses and Their Combinations

Aim. To determine the formation of individual productivity of sunflower plants under different fertilizer doses and their combinations.

Methods. Field, measurement, calculation-comparative, analytical, statistical.

Results. Over three years of research, the 1000-seed weight was on average the lowest at 47.9 g. The application of N_{60} increased this indicator to 53.0–53.4 g, or by 10–11%. Similar effects were observed with the use of phosphorus and potassium fertilizers. Increasing nitrogen fertilizer doses to 90–120 kg/ha of active ingredient, conversely, reduced the 1000-seed weight to 50.4–48.5 g, although this value remained higher than in the control. On average, over three years, seed weight increased from 50.8 to 55.2 g with the application of phosphorus and potassium fertilizers. The use of N_{60-120} in the sunflower fertilization system increased seed weight to 67.2–70.1 g, or by 32–38% compared to unfertilized plots. Increasing potassium fertilizers to K_{90} increased seed weight per plant by only 1% compared to $N_{60}P_{60}K_{60}$. Foliar application of boric acid at different plant growth stages did not show a significant advantage compared to fertilization without foliar feeding. Over three years, seed number increased to 1190–1442 per plant under 60–120 kg/ha N fertilization, or by 13–37% compared to the control (1050 seeds). Boric acid application did not significantly affect seed number per plant. The use of phosphorus and potassium fertilizers led to a reduction in seed number due to an increase in 1000-seed weight and seed weight per plant.

Conclusions. Nitrogen fertilization significantly increases the individual productivity indicators of sunflower plants. Phosphorus and potassium fertilizers have the least effect on these indicators. Foliar application of boric acid does not significantly change individual plant productivity, although it shows a tendency to improve it.

Key words: 1000-seed weight, seed weight per head, seed number per head, fertilization, foliar feeding.