

ФОРМУВАННЯ ВМІСТУ ТА ВИХОДУ ОЛІЇ З НАСІННЯ СОНЯШНИКУ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ЗАХОДІВ

В. В. ЛЮБИЧ, доктор сільськогосподарських наук

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

Уманський національний університет

Найменше на врожайність насіння соняшнику впливає застосування фосфорно-калійної системи удобрення – 4,15 т/га. Застосування бору позакоренево сприяло збільшенню врожайності насіння лише на 9–15 % порівняно з ділянками без обприскування. Застосування добрив мало тенденцію до зниження вмісту олії в насінні, проте зниження було не істотним. Застосування бору позакоренево забезпечувало вміст олії на рівні варіанту без добрив. Застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило отримання виходу олії на рівні 2243 кг/га. За внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$ цей показник збільшувався до 2323 кг/га або на 4 %. На основі вище наведеного ефективною дозою в агротехнології соняшника є застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$. При цьому можливе тимчасове застосування лише азотних добрив.

Ключові слова: соняшник, урожайність, вміст олії, збір олії, удобрення.

Вступ. Соняшник – стратегічно важлива олійна культура в Україні, яка відіграє ключову роль у сільськогосподарському секторі та становить 70 % усіх вирощених олійних культур [1]. За світовим виробництвом соняшнику Україна посідає перше місце з 25 %. Крім цього, близько 57 % загального світового експорту соняшникової олії припадає на Україну [2]. Тому оптимізація удобрення нових гібридів соняшника є актуальною.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Соняшник, завдяки високій посухостійкості та адаптації до різних типів ґрунту, може рости у широкому діапазоні умов навколишнього середовища [3]. Однак, хоча соняшник є культурою з глибоким корінням, водний стрес може знизити його продуктивність [4]. Крім посухостійкості та низької потреби у засобах захисту, головною перевагою соняшнику є високий вміст олії в зерні (42–50 %). Насіння соняшнику також містить до 40 % білка [5].

Результати досліджень, проведених на Полтавській державній сільськогосподарській дослідній станції імені М. Вавилова в 2022–2023 роках, показали позитивний вплив різних систем удобрення на врожайність та якість насіння гібридів соняшнику різних груп стиглості. Поєднання позакореневого підживлення сечовиною з розрахунку 10 кг/га та мінерального підживлення $N_{32}P_{32}K_{32}$ збільшувало врожайність гібридів Кадет, Ярило, Вирій до 3,11, 2,75, 3,18 т/га, що більше, ніж у контрольному варіанті (без добрив) на 0,41, 0,38 і 0,47 т/га відповідно [6].

У досліді [7] вміст олії в насінні соняшнику змінювався залежно від дози мінеральних добрив і виду позакореневого підживлення. Встановлено, що найбільшу кількість олії в насінні (51,4 %) ранньостиглого гібрида Кадет і середньоранньостиглого гібрида Ярило було отримано за позакореневого підживлення стимулятором гуматом калію на тлі $N_{32}P_{32}K_{32}$. Максимальний вміст олії в насінні середньостиглого гібрида Вирій (51,0 %) спостерігався в варіанті поєднання позакореневого підживлення сечовиною (10 кг/га) та мінерального підживлення $N_{12}P_{52}$. Поєднання в системі живлення рослин соняшнику основного внесення мінеральних добрив і позакореневого підживлення рослин соняшнику у фазі 5–6 пар листків призвело до найвищого виходу олії з одиниці площі (1229–1422 кг/га).

Вплив удобрення на врожайність соняшнику полягає в збільшенні площі листової поверхні, підвищення ефективності її використання рослиною та подовженні вегетаційного періоду. Так, спільне застосування азотно-фосфорних добрив і препарату Хелафіт Комбі спричинило подовження фотосинтетичної активності листків на 6–8 діб і забезпечило збільшення фотосинтетичного потенціалу рослин соняшнику на 64,7–95,8 %. За цих умов було досягнуто найвищого врожаю сухої біомаси – 8,2–8,8 т/га та найвищого врожаю насіння – 3,03–3,11 т/га. Аналіз елементів структури врожаю показав, що підвищення насінневої продуктивності відбулося за рахунок збільшення кількості насінин у суцвітті (34,1 %) та маси насінин з одного кошика (41,3 %). Найкращі економічні показники забезпечило використання $N_{30}P_{45}$ і препарату Хелафіт Комбі: прибуток склав 19 120 грн/га, собівартість 1 т насіння – 4 690 грн, рівень рентабельності – 134 %. Збільшення норми добрив до $N_{60}P_{90}$ негативно вплинуло на економіку вирощування соняшнику [8].

Необхідно відзначити, що про різну ефективність систем удобрення соняшнику свідчать результати досліджень інших учених [9, 10]. Соняшник має велику потребу в мінеральних елементах, і особливо в калії, порівняно з іншими культурами. Однак ефективність калійного удобрення значною мірою залежить від агроecологічної зони, в якій вирощується культура [11]. Калійні та фосфорні добрива ефективні за умови низького їхнього вмісту в ґрунті [12]. Крім цього, рослини соняшнику мають добре розвинену кореневу систему, що дозволяє засвоювати фосфор і калій з нижніх шарів ґрунту [13]. У Лісостепу ефективним вважається застосування 40–90 кг/га д. р. азотних добрив, 40–60 – фосфорних і 40–90 кг/га д. р. – калійних [14].

Отже, однієї ефективної дози мінеральних добрив під соняшник немає. Ефективність удобрення соняшнику визначається цілою низкою чинників, що необхідно враховувати у технології вирощування цієї культури.

Мета. Визначити формування вмісту олії та її збір з урожаю насіння соняшника залежно від удобрення.

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 досліді 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, pH_{KCl} – 5,7. Добрива застосували відповідно до схеми досліду, 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).

Урожайність зерна визначали методом прямого комбайнування з кожної ділянки окремо. Вміст олії в насінні соняшнику визначали методом інфрачервоної спектроскопії за ДСТУ 4117:2007. Статистичне оброблення цифрового матеріалу здійснювали методом польового однофакторного дисперсійного аналізу польового досліду. Оброблення даних також проводили за використання спеціалізованого програмного забезпечення Microsoft Excel 2016 (Microsoft Corporation, USA).

Результати досліджень. Встановлено, що соняшник найбільше реагує на внесення азотних добрив (табл. 1).

Табл. 1. Урожайність насіння соняшнику залежно від удобрення, т/га

Варіант досліду	Рік дослідження		Середнє
	2023	2024	
Без добрив (контроль)	4,45	3,14	3,80
$P_{60}K_{60}$	4,98	3,31	4,15
$N_{60}K_{60}$	5,08	4,32	4,70
$N_{60}P_{60}$	5,42	4,37	4,90
$N_{60}P_{60}K_{60}$	5,55	4,59	5,07
$N_{90}P_{60}K_{60}$	5,58	4,68	5,13
$N_{120}P_{60}K_{60}$	5,57	4,98	5,28
$N_{90}P_{60}K_{90}$	5,53	4,76	5,15
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки)	5,63	4,75	5,19
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (перед цвітінням)	5,71	4,72	5,22
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки) + B (перед цвітінням)	5,80	4,81	5,31
HIP_{05}	0,28	0,21	—

Так, за застосування $P_{60}K_{60}$ забезпечувало збільшення врожайності на 9 % порівняно з контролем. Варіанти із внесенням 60 кг/га д. р. азотних добрив у різних комбінаціях з фосфорними і калійними підвищували її на 24–33 %. При

цьому ефективним було внесення N_{60} . Так, збільшення дози азотних добрив до N_{90-120} забезпечувало збільшення врожайності лише на 1–4 % порівняно з N_{60} . Внесення $N_{90}P_{60}K_{90}$ не мало достовірного впливу на врожайність порівняно з варіантом $N_{90}P_{60}K_{60}$. Необхідно відзначити, що застосування позакореневого підживлення борною кислотою в різні фази росту рослин також достовірно не збільшувало врожайності насіння соняшнику.

Урожайність значно змінювалась залежно від погодних умов року дослідження. Результати досліджень свідчать, що в 2023 р. найбільше на врожайність соняшнику впливало застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ – 5,55 т/га. Збільшення дози азотних добрив у складі повного мінерального добрива достовірно не впливало на врожайність насіння. Застосування борних добрив збільшували цей показник до 5,63–5,80 т/га залежно від строку обприскування. У 2024 р. найбільшу врожайність отримано за вирощування соняшнику при внесенні $N_{120}P_{60}K_{60}$ – 4,98 т/га або на 1,84 т/га більше порівняно з контролем. Застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило отримання 4,59 т/га врожаю насіння, що лише на 8 % менше порівняно з внесенням найбільшої дози азотних добрив.

Вміст олії в насінні соняшнику мав тенденцію до зниження за внесення мінеральних добрив (табл. 2).

Табл. 2. Вміст олії в насінні соняшнику залежно від удобрення, %

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє
	2023	2024	
Без добрив (контроль)	45,1	45,8	45,5
$P_{60}K_{60}$	44,4	44,7	44,6
$N_{60}K_{60}$	44,3	44,6	44,5
$N_{60}P_{60}$	44,2	44,7	44,5
$N_{60}P_{60}K_{60}$	44,1	44,4	44,3
$N_{90}P_{60}K_{60}$	44,0	44,3	44,2
$N_{120}P_{60}K_{60}$	43,7	44,4	44,1
$N_{90}P_{60}K_{90}$	44,3	44,5	44,4
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки)	44,9	45,2	45,1
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (перед цвітінням)	45,0	45,4	45,2
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки) + B (перед цвітінням)	45,0	45,3	45,2
HIP_{05}	2,1	2,2	–

Необхідно відзначити, що зниження вмісту олії було не достовірним. Так, у середньому за три роки досліджень цей показник у варіанті без добрив становив 45,5 %, а за внесення мінеральних добрив – 44,1–44,6 %. При цьому застосування борної кислоти у позакореневе підживлення забезпечувало формування вмісту жиру на рівні 45,1–45,2 %. Необхідно відзначити, що вміст олії в насінні мало змінювався впродовж років досліджень. Так, у 2023 р. цей

показник становив 44,1–45,1 %, а в 2024 р. – 44,3–45,8 % залежно від варіанту досліджу.

Отже, внесення мінеральних добрив знижує вміст олії в насінні, проте застосування борної кислоти знижує такий вплив. При цьому вміст олії в насінні за такого сценарію може бути на рівні ділянок без добрив.

Результати збору олії з урожаю насіння соняшнику свідчать також про вищу ефективність застосування N_{60} у системі удобрення (табл. 3).

Табл. 3. Збір олії з урожаю насіння соняшнику залежно від удобрення, кг/га

Варіант досліджу	Рік дослідження		Середнє
	2023	2024	
Без добрив (контроль)	2007	1438	1723
$P_{60}K_{60}$	2211	1480	1846
$N_{60}K_{60}$	2250	1927	2089
$N_{60}P_{60}$	2396	1953	2175
$N_{60}P_{60}K_{60}$	2448	2038	2243
$N_{90}P_{60}K_{60}$	2455	2073	2264
$N_{120}P_{60}K_{60}$	2434	2211	2323
$N_{90}P_{60}K_{90}$	2450	2118	2284
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки)	2528	2147	2338
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (перед цвітінням)	2570	2143	2357
$N_{60}P_{60}K_{60} + B$ (4–6 листки) + B (перед цвітінням)	2610	2179	2395

При цьому внесення $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило отримання 2243 кг/га олії, а в парних комбінаціях з азотними добривами – 2089–2175 кг/га або лише 4–7 % менше. Збільшення дози азотних добрив до N_{90-120} не забезпечували значного збору олії. Застосування борної кислоти у позакоренево підживлення збільшували збір олії до 2338–2395 кг/га або на 4–7 %, що було на рівні застосування N_{90-120} . Необхідно відзначити, що збір олії значно змінювався впродовж років досліджень. Так, найбільшим він був у 2023 р. – 2211–2610 кг/га, а в 2024 р. – 1438–2179 кг/га, що зумовлено рівнем урожайності соняшнику.

Висновки. Найменше на врожайність насіння соняшнику впливає застосування фосфорно-калійної системи удобрення – 4,15 т/га. Застосування бору позакоренево сприяло збільшенню врожайності насіння лише на 9–15 % порівняно з ділянками без обприскування. Застосування добрив мало тенденцію до зниження вмісту олії в насінні, проте зниження було не істотним. Застосування бору позакоренево забезпечувало вміст олії на рівні варіанту без добрив. Застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$ забезпечило отримання виходу олії на рівні 2243 кг/га. За внесення $N_{120}P_{60}K_{60}$ цей показник збільшувався до 2323 кг/га або на 4 %. На основі вище наведеного ефективною дозою в агротехнології соняшника є застосування $N_{60}P_{60}K_{60}$. При цьому можливе тимчасове застосування лише азотних добрив.

Література:

1. Кононенко І. І., Ковальчук М. М. Соняшникова олія в харчуванні: історія, технології, перспективи. Львів: Інститут харчової біотехнології, 2016. 167 с.
2. European Commission. Eurostat. Data Database. Monthly minimum wages – bi-annual data (earn_mw_cur). URL: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=earn_mw_cur&lang=en.
3. Adeleke B. S., Babalola O. O. Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Sci Nutr*. 2020. Vol. 8. P. 4666–4684.
4. Tasneem B., Zia-Ur-Rehman M., Kulsoom Z., et al. (2015). Chemistry, Pharmacology and Ethnomedicinal Uses of *Helianthus annuus* (Sunflower): A Review. *Pure and Applied Biology*. 2015. Vol. 4. P. 226–235.
5. Sokolovska I., Maschenko Yu. Biotechnological methods of growing sunflower in different fertilizer systems. *HELIA*. 2023. Vol. 46 (79). P. 233–243.
6. Тоцький В. М., Гангур В. В., Поляков І. А. Урожайність та якість насіння гібридів соняшнику (*Helianthus annuus* L.) залежно від системи удобрення. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (3). С. 5–11.
7. Мащенко Ю. В., Кернасюк Ю. В., Сергієнко О. Д., Ткач А. Ф. Вплив систем удобрення та біопрепарату на економічну ефективність вирощування соняшнику залежно від виходу олії. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2024. № 36. С. 117–124.
8. Тоцький В. М., Поляков О. І. Вплив мінеральних добрив на показники продуктивності та якості насіння гібридів соняшнику. *Науково-технічний бюлетень Інституту олійних культур НААН*. 2011. №14. С. 232–237.
9. Yunyk A. The efficiency of fertilisation in the cultivation of high oleic sunflower on typical low humus chernozems. *Plant and Soil Science*. 2021. Vol. 12(1). P. 39–49.
10. Domaratskiy E. O. Bazaliy V. V. Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 2018. Vol. 45(1). P. 126–129.
11. Kalenska S., Ryzhenko A., Novytska N., Garbar L. Stolyarchuk T., Kalenskyi V., Shytiy O. Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American journal of Plant Science*. 2020. Vol. 11 No. 8. P. 213–221.
12. Agegnehu G., Nelson P. N., Bird M. I. Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage Research*. 2016. Vol. 160. P. 1–13.
13. Ahmad R., Waraich E. A., Ashraf M. Y. et al. Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *J. Plant Nutr*. 2014. № 37. P. 942–963.
14. Єременко О. А. Продуктивність соняшнику залежно від мінерального живлення та передпосівної обробки насіння за умов недостатнього зволоження. *Вісник Полтавської державної аграрної академії*. 2017. № 3. С. 25–30.

References:

1. Kononenko, I. I., Kovalchuk, M. M. (2016). Sunflower oil in food: history, technologies, prospects. Lviv: Institute of food biotechnology. 167 p. [in Ukrainian].
2. European Commission. Eurostat. Data Database. Monthly minimum wages – bi-annual data (earn_mw_cur). URL: https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=earn_mw_cur&lang=en.
3. Adeleke, B. S., Babalola, O. O. (2020). Oilseed crop sunflower (*Helianthus annuus*) as a source of food: Nutritional and health benefits. *Food Sci Nutr.*, no. 8, pp. 4666–4684.
4. Tasneem, B., Zia-Ur-Rehman, M., Kulsoom, Z., et al. (2015). Chemistry, Pharmacology and Ethnomedicinal Uses of *Helianthus annuus* (Sunflower): A Review. *Pure and Applied Biology*, no. 4(2), pp. 226–235.
5. Sokolovska, I., Maschenko, Yu. (2023). Biotechnological methods of growing sunflower in different fertilizer systems. *HELIA*, no. 46 (79), pp. 233–243.
6. Totskyi, V. M., Hanhur, V. V., Poliakov, I. A. (2024). Yield and quality of seeds of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) depending on the fertilizer system. *Scientific Progress & Innovations*, no. 27 (3), pp. 5–11. [in Ukrainian].
7. Mashchenko, Yu. V., Kernasiuk, Yu. V., Serhiienko, O. D., Tkach, A. F. (2024). The influence of fertilizer systems and biological products on the economic efficiency of sunflower cultivation depending on oil yield. *Scientific and technical bulletin of Institute of oil cultures*, no. 36, pp. 117–124. [in Ukrainian].
8. Totskyi, V. M., Poliakov, O. I. (2011). The influence of mineral fertilizers on the productivity and quality indicators of sunflower hybrid seeds. *Scientific and technical bulletin of Institute of oil cultures*, no. 14, pp. 232–237. [in Ukrainian].
9. Yunyk, A. (2021). The efficiency of fertilisation in the cultivation of high oleic sunflower on typical low humus chernozems. *Plant and Soil Science*, no. 12(1), pp. 39–49.
10. Domaratskiy, E. O. Bazaliy, V. V. (2018). Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*, no. 45(1), pp. 126–129.
11. Kalenska, S., Ryzhenko, A., Novytska, N., Garbar, L. Stolyarchuk, T., Kalenskyi, V., Shytiy, O. (2020). Morphological features of plants and yield of sunflower hybrids cultivated in the Northern part of the Forest-Steppe of Ukraine. *American journal of Plant Science*, no. 11(8), pp. 213–221.
12. Agegnehu, G., Nelson, P. N., Bird, M. I. (2016). Crop yield, plant nutrient uptake and soil physicochemical properties under organic soil amendments and nitrogen fertilization on Nitisols. *Soil and Tillage Research*, no. 160, pp. 1–13.
13. Ahmad, R., Waraich, E. A., Ashraf, M. Y. et al. (2014). Does nitrogen fertilization enhance drought tolerance in sunflower? A review. *J. Plant Nutr.*, no. 37, pp. 942–963.
14. Yeremenko, O. A. (2017). Sunflower productivity depending on mineral nutrition and pre-sowing seed treatment under conditions of insufficient moisture. *Bulletin of Poltava state agrarian academy*, no. 3, pp. 25–30. [in Ukrainian].

Annotation

Liubych, V. V., Stotskyi, O. V.

Formation of Oil Content and Yield from Sunflower Seeds under Various Technological Practices

Objective. To determine the formation of oil content and its yield from sunflower seed harvest depending on fertilization practices.

Methods. Field experiments, measurements, comparative-calculative analysis, analytical and statistical methods.

Results. The oil content in sunflower seeds showed a slight decreasing trend with the application of mineral fertilizers. However, this decrease was statistically insignificant. On average over three years, oil content in the unfertilized control was 45.5%, compared to 44.1–44.6% under mineral fertilization. Foliar application of boric acid helped maintain oil content at 45.1–45.2%. Regarding oil yield, the use of N₆₀ in the fertilization system proved most effective. The N₆₀P₆₀K₆₀ combination provided an oil yield of 2,243 kg/ha, while nitrogen-paired combinations yielded 2,089–2,175 kg/ha (4–7% less). Increasing the nitrogen dose to N_{90–120} did not result in a significant increase in oil yield. Foliar application of boric acid increased oil yield to 2,338–2,395 kg/ha (4–7% more), comparable to that under N_{90–120}. Oil yield varied significantly across research years: the highest was in 2023 (2,211–2,610 kg/ha), and lower in 2024 (1,438–2,179 kg/ha), due to variations in sunflower yield.

Conclusions. Phosphorus-potassium fertilization had the least impact on seed yield (4.15 t/ha). Foliar boron application increased seed yield by 9–15% compared to untreated plots. Fertilizer use slightly reduced oil content in seeds, but not significantly. Foliar boron maintained oil content at levels comparable to unfertilized variants. The N₆₀P₆₀K₆₀ application resulted in an oil yield of 2,243 kg/ha, while N₁₂₀P₆₀K₆₀ increased it to 2,323 kg/ha (+4%). Based on the findings, N₆₀P₆₀K₆₀ is an effective dose in sunflower agrotechnology, with optional temporary application of nitrogen-only fertilizers.

Key words: sunflower, yield, oil content, oil yield, fertilization.