

МІНЕРАЛЬНЕ ЖИВЛЕННЯ СОНЯШНИКУ В АГРОЕКОЛОГІЧНОМУ КОНТЕКСТІ**ШКАТУЛА Ю.М.** – кандидат сільськогосподарських наукorcid.org/0000-0002-4275-309X

Вінницький національний аграрний університет

КРАВЕЦЬ А.О. – аспірантorcid.org/0009-0004-9875-8158

Вінницький національний аграрний університет

Постановка проблеми. Висока адаптаційна здатність до ґрунтово-кліматичних умов дозволяє соняшнику займати в Україні провідне місце серед олійних культур.

Соняшник головним чином використовується як олійно-білкова рослина, що дає харчову олію та білок, який добре збалансований за амінокислотним складом. В структурі виробництва олії соняшникова займає біля 90% від загального виробництва олії в Україні і приблизно 57% якої іде на світовий експорт [1].

Професори В. Ф., Петриченко, В. В. Лихочвор [2] зазначають, що у сучасних технологія вирощування сільськогосподарських культур мінеральні добрива найбільше впливають на рівень урожайності. Проте не завжди витрати на придбання мінеральних добрив компенсуються відповідним приростом урожаю. Основна причина цього – недотримання співвідношення між елементами живлення.

Питання оптимізації удобрення у вирощуванні сучасних гібридів соняшнику з метою підвищення урожайності та сталого виробництва високоякісного насіння в умовах адаптації до ґрунтово-кліматичних умов правобережної частини Центрального Лісостепу потребує більш системного та сталого вивчення.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Завдяки науковим працям Господаренко Г.М., Каленська С. М., Лихочвор В. А., Ткаліч Ю. І., Гарбар Л. А., інших досягнуті значні успіхи у вирішенні низки питань щодо вирощування соняшнику в Україні.

Соняшник є олійною культурою і займає чільне місце в загальній структурі посівних площ агроформувань країни. Посіви соняшнику на період 2022 року в Україні склали 4 573,8 тис. га, що на 1719,5 тис. га менше у порівнянні з 2021 роком. Такий стан пов'язаний із повномасштабним вторгненням Росії в Україну. Середня урожайність соняшнику в 2022 році становила 2,24 т/га, що на 5% нижче середнього показника за останні три роки [3]. В 2023 році соняшником засіяно 5042 тис. га, а урожайність насіння була на рівні – 2,32 т/га [4]. Серед областей найбільше занятих площ соняшником в Кіровоградській області 633 тис. га, Дніпропетровській – 532,6 тис. га, Миколаївській – 460 тис. га, Полтавській – 435 тис. га та у Вінницькій – 338,5 тис. га [5].

Соняшник є культурою дуже вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості вологи, поживних речовин і сонячної енергії в певному співвідношенні в різні періоди вегетації.

Добрива відносяться до найбільш важливих чинників врегулювання продуктивності сільськогосподарських культур в інтенсивних системах землеробства. За різними дослідженнями на частку добрив може припадати до 50–70% загального приросту врожаю. Ефективність використання добрив значною мірою залежить від внесення їх у сприятливого співвідношенні елементів живлення. Також добрива безпосередньо впливають на якість рослинницької продукції [6].

Науково-обґрунтований підбір мінеральних добрив, їх кількість, правильне співвідношення елементів живлення дають змогу створити найбільш сприятливі умови для вегетації соняшнику. Систему удобрення формують з врахуванням особливостей конкретними ґрунтово-кліматичних умов, рівня програмованого врожаю, агротехнічних й організаційно-господарських чинників [7, 8], а також агроекологічних складових, поскільки мінеральні добрива є одним з основних забруднювачів ґрунтів і продукції [9].

Науковці Д. І. Нікітчин [10], С. В. Коковіхін, В. В. Нестерчук, Ю. М. Носенко [11] в своїх наукових працях відмічають, що соняшник інтенсивно реагує на зміну мінерального живлення, а тому в технології вирощування важливим є його регулювання внаслідок внесення мінеральних добрив. Цей агрозахід дозволяє максимально вплинути на процес росту і розвитку рослини, що надалі позначається на урожайності.

Споживання рослинами соняшнику елементів живлення значною мірою визначається запасами вологи в ґрунті: чим краще рослини забезпечені вологою, тим більше споживається і навпаки, чим рослини гірше забезпечені вологою, тим менші дози їх використання.

Дослідженнями встановлено, що майже у всіх товарних зонах вирощування соняшнику найбільш доцільно використовувати для підживлення азотно-фосфорні добрива. Внесення цих елементів мінерального живлення окремо не забезпечить одержання бажаного результату. Що стосується калію, то на чорноземних ґрунтах із підвищеним і високим його вмістом, внесення у вигляді мінеральних добрив не збільшує урожай. Використання калію доцільне на ґрунтах із низьким його вмістом [12].

Метою дослідження є аналіз особливостей соняшнику до мінерального живлення, впливу системи удобрення на продуктивність культури в умовах зміни клімату.

Результати досліджень. Соняшник – культура помірної зони та є досить пластичною до погодних та

ґрунтових умов. В умовах зміни клімату, зокрема посилення його посушливості, вирощування соняшнику набуває ще більших перспектив. Дана культура, завдяки потужній, глибоко проникаючій кореневій системі і за посушливих умов періоду вегетації, забезпечує себе вологою та елементами мінерального живлення в обсягах достатніх для формування помірної врожайності насіння.

Особливість соняшнику – в його розвиненій кореневій системі, яка може досягати в глибину до 140 см і в ширину – до 120 см, завдяки чому рослина здатна вбирати вологу та корисні елементи з глибоких шарів ґрунту [13].

Живлення рослин соняшнику є найважливішою частиною обміну речовин у рослинному організмі, оскільки воно визначає спрямованість біохімічних перетворень речовин, ріст, розвиток, продуктивність рослин та якість урожаю. Поживний режим рослин соняшнику найтіснішим чином пов'язаний з наявністю в ґрунті рухомих форм елементів живлення. Кількість елементів живлення, що поступили в рослини, залежить від особливостей хімічного складу культур і від величини урожаю. Чим вище урожай, тим більше потреба поживних речовин. Особливо важливим є забезпечення рослин макро- й мікроелементами при вирощуванні сучасних високоврожайних гібридів з високим генетичним потенціалом за інтенсивними технологіями.

Одним із елементів технології вирощування, що гарантовано забезпечує отримання стабільної урожайності насіння соняшнику є мінеральне удобрення. Даний агротехнічний прийом покращує поживний режим рослин впродовж вегетаційного періоду та надає можливість підвищення інтенсивності їх ростових процесів. Збалансована доза мінеральних добрив за кожним елементом живлення відіграє важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для досягнення максимальної продуктивності соняшнику [14, 15].

Соняшник споживає з ґрунту велику кількість елементів живлення. Особливо багато поживних речовин рослині необхідно в період від бутонізації до цвітіння, коли йде інтенсивне зростання та накопичення органічної маси. Для формування 1 т насіння рослина використовує досить значну кількість мінеральних речовин: 40–55 кг азоту, 15–25 кг фосфору, 100–125 кг калію, 14 кг кальцію та 12 кг магнію [16]. Також з урожаєм соняшник виносить з ґрунту мікроелементи у кількості 23 г бору, 42 г цинку, 12 г марганцю та 7 г міді на 1 т продукції.

З урахуванням повернення до ґрунту побічної продукції соняшнику (стебел, листя, кореневої системи) з однією тонною насіння соняшник виносить з ґрунту лише 28 кг азоту, 16 кг фосфору, 24 кг калію [17].

Важливими компонентами для росту рослин і формування врожайності є поживні речовини – азот, фосфор і калій. Кожен із цих елементів у збалансованій дозі відіграє важливу роль у забезпеченні необхідною кількістю поживних речовин для формування максимальної продуктивності соняшнику.

Ряд науковців у своїх працях звертають увагу на домінуючий ролі азоту в системі удобрення соняшнику порівняно з калієм і фосфором, який найбільш активно

включається у процес обміну речовин, прискорює ріст рослин, збільшує продуктивність соняшнику [18, 19]. Азот рівномірно засвоюється рослинами соняшнику впродовж вегетації. Починаючи з фази 3–4 пар листків і до фази цвітіння використовується 70–80% азоту. Особливо негативно позначається нестача азоту під час формування кошика. Надлишок азоту зменшує вміст олії, призводить до надмірного вегетативного росту [20]. Найвищий урожай насіння та збір олії одержано у разі внесення азотних добрив у кількості 60 кг/га [21].

Фосфор є найнеобхіднішим елементом живлення і поглинається соняшником від сходів доцвітіння. Даний елемент сприяє кращому розвитку кореневої системи соняшника, впливає на закладання репродуктивних органів та сприяє високій олійності. Фосфорне живлення має велике значення для стійкості соняшнику до нестачі вологи. Соняшник краще реагує на фосфорні добрива, ніж на азотні [22].

Соняшник є калієлюбною культурою та сприятливо впливає на посухостійкість [23]. Дефіцит калію вже на початкових етапах призводить до ускладненого росту та розвитку, рослини відстають у розвитку, а молоді листки ростуть у дуже щільних розетках і поступово проявляється некроз і набуває коричневого кольору.

Дослідник А. В. Юник [24] відмічає, що соняшник належить до групи високочутливих до сірки культур. Особливістю мінерального живлення культури є його підвищена потреба в сірці: втричі більша, ніж у зернових, і становить майже 50% потреби ріпаку. Сірка відіграє важливу роль в живленні рослин і входить до дев'яти елементів, необхідних для живлення рослин. Сірка активно використовується культурними рослинами в біологічному колообігу та відчужується з урожаєм. За достатнього сірчаного живлення підвищується стійкість рослин до низьких температур, посухи, хвороб, засолення ґрунту. Найвищу врожайність насіння соняшник формує за внесення $N_{90}P_{75}K_{135}+S_{30} - 4,12$ т/га. Подальше збільшення норм внесення мінеральних добрив не призводить до суттєвого підвищення врожайності. Внесення S_{30} на фоні $N_{90}P_{75}K_{135}$ дозволяє підвищити врожайність соняшника на 0,35 т/га або 9,28%.

Рівень споживання елементів живлення залежить від багатьох чинників: строків і способів внесення добрив, вологозабезпеченості, погодних умов, а також від генетичних особливостей сорту або гібрида [25]. Для формування високої продуктивності соняшнику, а також для підтримання родючості ґрунту на належному рівні мають бути створені умови повного забезпечення ґрунту елементами живлення [26].

Важливим елементом у виробництві соняшнику є визначення технології, за якою буде вирощуватися культура. Інтенсивні гібриди дуже вимогливі до техно-логії вирощування, зокрема до повноцінного удобрення мінеральними добривами та інтенсивного гербіцидного захисту з якісним обробітком ґрунту. Тому при вирощуванні інтенсивних гібридів за ощадливою технологією відбуватиметься зниження урожайності насіння порівняно з пластичним гібридом [27].

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування культури. Внесення добрив

збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин [28, 29].

Як зазначають С. В. Маслійов, І. І. Ярчук, В. В. Степанов [30] найвищі показники врожайності насіння гібридів сояшнику були отримані в разі внесення мінеральних добрив у дозі $N_{60}P_{90}$. Внесення мінеральних добрив сприяло збільшенню врожайності гібридів сояшнику на 0,16–0,43 т/га.

Норми внесення мінеральних добрив краще встановлювати за агрохімічними картографіями. Сояшник використовує велику кількість калію. Проте, незважаючи на високий винос цього елементу, сояшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив. Деякі вчені наводять дані, що за умови інтенсивної технології його вирощування, поряд із застосуванням мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту ($N_{40}P_{60}$) і за умови внесення в рядки при сівбі ($N_{10}P_{10}$) є високоефективним додаткове внесення добрив локально-стрічковим способом навесні до посіву на глибину 10–12 см [31]. Збільшення доз фосфорних добрив забезпечує підвищення кількості квіток у кошику і формування виповнених сім'янок.

В результаті досліджень С.В. Лябах [32] доведено, що приріст урожаю насіння сояшнику від використання мінерального удобрення $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{46}$ (нітроамофос, 200 кг + сечовина, 75 кг) становить 1,66–1,72 т/га (281–322%), за застосування системи удобрення $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46}$ (діамофос, 200 кг + сечовина, 75 кг) – 287–328% та застосування $P_5K_{55} + N_{46}$ (фосфорно-калійне добриво, 20 кг + сечовина, 75 кг) є найвищим і сягає 1,85–1,97 т/га залежно від варіантів досліду. Зазначено, що гібрид сояшнику Пегас поступався врожайністю гібриду Гранд Адмірал у всіх показниках досліду від форми мінеральних добрив до обробітку ґрунту та становить: за внесення $N_{16}P_{16}K_{16} + N_{46}$ – 0,66 т/га; $N_{10}P_{26}K_{26} + N_{46}$ – 0,39 т/га; $P_5K_{55} + N_{46}$ – 0,38 т/га.

ґрунти Лісостепу забезпечені вологою більш, ніж у Степу, проте характеризуються частковим дефіцитом фосфору і калію, про що свідчать численні наукові дослідження. У Північному та Західному Лісостепу головну дію справляє калій, на другому місці – фосфор. У північних лісостепових районах, на сірих опідзолених, підзолистих ґрунтах позитивним є внесення під сояшник калію на фоні азотно-фосфорних добрив, про що свідчать результати наукових досліджень. За даними Українського НДІ рослинництва, селекції і генетики саме норма $N_{60-80}P_{60-80}K_{80-100}$ чи її варіації, які залежать від ґрунтово-кліматичних умов, забезпечує максимальний урожай в зоні Лісостепу, де лімітувальним фактором є вміст калію [33].

Система удобрення сояшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макро-добрив в діючій речовині залежно від типу ґрунтів становлять на чорноземі типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорноземі звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$. Точну кількість добрив

встановлюють з урахуванням забезпеченості ґрунту рухомими сполуками поживних речовин за результатами діагностики або агрохімічної паспортизації, на основі даних виносу елементів живлення врожаєм і коефіцієнтів їх використання з ґрунту і добрив. Для сояшнику важливим є рівномірний розподіл добрив по площі [34].

Використані елементи агротехніки можуть бути запропоновані для удосконалення екологічно безпечних технологій вирощування сояшника в агроформуваннях Правобережного Лісостепу України.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в Україні сояшник є основною олійною культурою. Сояшник є культурою вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості поживних речовин на протязі вегетаційного періоду.

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування сояшнику. Внесення мінеральних добрив збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин і відповідно збільшуються показники врожайності.

Система удобрення сояшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макро-добрив в діючій речовині залежно від типу ґрунтів становлять на чорноземі типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорноземі звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$.

Отже, науково обґрунтована система внесення мінеральних добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування сояшника та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Пелех Л.В., Онуфрійчук О.М. Основні технологічні заходи при вирощуванні сояшнику. *Аграрні інновації*. 2024. № 25. С. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.32848/agra.innov.2024.25.7>
2. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підруч. 5-те вид., виправ., доповн., дод. випуск. Львів: НВФ «Українські технології», 2021. 806 с.
3. Нечипоренко Н.І., Поспелова Г.Д., Коваленко Н.П., Балім Б.В., Бузина О.С. Аналіз мікофлори насіння гібридів та сортів сояшника. *Scientific Progress & Innovations*. 2023. № 26 (1). С. 11–17. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.02
4. Гангур В.В., Космінський О.О. Біоенергетична оцінка ефективності різних рівнів мінерального живлення у технології вирощування сояшнику. *Scientific Progress & Innovations*. 2024. № 27 (1). С. 13–18. DOI: 10.31210/spi2024.27.01.02
5. Одещина та Миколаївщина входять в топ 5 областей з найбільшими посівними площами під сояшником. URL: <https://superagronom.com/news/17264-odeschina-ta-mikolayivschina-vhodyat-v-top-5-oblastey-z-naybilshimi-posivnimi-ploschami-pid-sonyashnikom> (дата звернення: 25.12.2024).

6. Вожегова Р.А., Філіп'єв І.Д., Димов О.М., Гамаюнова В.В. Визначник симптомів нестачі чи надлишку елементів живлення за зовнішніми ознаками рослин: посібник. Херсон: Айлант, 2013. 92 с.
7. Іщенко В.А., Шкумат В.П. Ефективність посіву соняшнику із звуженими міжряддями при різній густоті стояння рослин. *Вісник аграрної науки Причорномор'я*. 2006. Вип. 1. С. 34–39.
8. Тараріко Ю.О. Розробка ґрунтозахисних ресурсо- та енергозберігаючих систем ведення с.-г. виробництва з використанням комп'ютерного програмного комплексу. К.: Нора-Друк, 2002. 122 с.
9. Куліджанов Е.В., Голубченко В.Ф., Віляєва С.Д., Грицай Т.Л. Необхідність у моніторингу мінеральних добрив на вміст забруднюючих речовин. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 2. С. 147–151. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330>
10. Нікітчин Д.І. Олійні культури. ВПК «Запоріжжя». 1996. 256 с.
11. Коковіхін С.В., Нестерчук В.В., Носенко Ю.М. Продуктивність та якість насіння гібридів соняшнику залежно від густоти стояння рослин та удобрення. *Таврійський науковий вісник*. 2015. Вип. 94. С. 37–42.
12. Мінеральні добрива для зернових, кукурудзи, соняшника. Система Оптимум. URL: <https://www.systopt.com.ua/ar-ticle-myneralnye-udobrenyya-dlya-zernovykh-kukuruzu-pod-solnechnyuka> (дата звернення: 12.01.2025).
13. Білоножко М.А. Рослинництво. К. Аграрна освіта. С. 249–265.
14. Patil, V.D., Bavalgave, V.G., Waghmare, M.S., Kagne, S.V., & Kesare, B.J. (2009). Effect offertilizer doseson yield and quality of sunflower hybrids. *International Journalof Agricultural Science*,5 (1), 40–42.
15. Kandil A.A., Sharief, A.E., &Odam, A.M.A. (2017). Response of some sunflower hybrids(*Helianthus annuusL.*) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*,2(6), 2978–2994.
16. Горбатюк Е.М. Біометричні показники гібридів соняшнику за різних строків сівби та ширини міжряддя. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 104. т. 1. С. 35–40.
17. Седнецький В.М. Вплив гумінових препаратів на врожайність та якісні показники соняшнику в умовах Лісостепу західного. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2018. № 294. С. 32–41.
18. Зайцев О.М. Запровадження нових гібридів соняшнику – шлях до підвищення рентабельності сільськогосподарського виробництва. *Пропозиція*. 2002. № 8. С. 50–52.
19. Горбатюк Е.М. Біометричні показники гібридів соняшнику за різних строків сівби та ширини міжряддя. *Таврійський науковий вісник*. 2018. Вип. 104. т. 1. С. 35–40.
20. Кошовий В.О. Вплив режимів зрошення, добрив і густоти стояння рослин на урожайність та якісні показники соняшнику кондитерського напрямку. *Аграрний вісник Причорномор'я*. Одеса: ОДАУ, 2004. Вип. 26. Ч. 2. С. 49–54.
21. Osman, E.B.A., & Awed, M.M.M. (2010). Response of sunflower (*Helianthus annuusL.*) tophosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches*, 13 (1), 11–18.
22. Кравченко М.С., Царенко О. М., Міщенко Ю.Г. Практикум із землеробства: навч. посібн. Київ. Мета. 2003. 320 с.
23. Господаренко Г.М. Система застосування добрив. К.: ТОВ «СІК ГРУП УКРАЇНА», 2018. 376 с.
24. Юник А.В. Ефективність внесення добрив за вирощування високо олійного соняшнику на чорноземних типових мало гумусних. *Рослинництво та ґрунтознавство*. 2021. Вип. 12. № 1. С. 39–49.
25. Коваленко А. Оптимізація мінерального живлення соняшнику. *Пропозиція*. 2016. № 6. С. 62–64.
26. Пінковський Г.В., Мащенко Ю.В., Танчик С.П. Вплив елементів живлення на родючість ґрунту та продуктивність соняшнику в Правобережному Степу України. *Таврійський науковий вісник*. 2019. Вип. 107. С. 145–150. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19>
27. Григорів Я.Я. *Економічна ефективність вирощування соняшнику в умовах Прикарпаття України. Інновації в освіті, науці та виробництві*. Збірник матеріалів доповідей учасниківV міжнародної науково-практ. онлайн конф., м. Київ. 2021. С. 35–36.
28. Турчинов О.Є., Попов С.І. Реакція гібридів соняшнику різних груп стиглості на фоні живлення. *Селекція і насінництво*. Харків: ІР ім. В.Я. Юр'єва, 1999. Вип. 82. С. 94–99.
29. Костромітін В.М., Скидан М.С. Вплив системи живлення на урожайність та якість насіння гібридів соняшнику в умовах східної частини Лісостепу України. *Бюлетень Інституту сільськогосподарства степової зони*. 2011. № 1. С. 107–111.
30. Маслійов С.В., Ярчук І.І., Степанов В.В., Шквар С.В. Вплив мінеральних добрив на ріст, розвиток та врожайність соняшнику в умовах Луганської області. *Вісник Харківського національного аграрного університету*. 2019. Вип. 2. С. 56–64.
31. Подопрігора В.С., Верховський В.А. Агротехніка вирощування соняшнику. Дніпропетровськ: Промінь. 1994. 120 с.
32. Лях С.В. Вплив способу обробітку ґрунту та системи удобрення на врожайність соняшнику (*Helianthus L.*) за вирощування в умовах Центрального Полісся України. *Агроекологічний журнал*. 2022. № 4. С. 130–135. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259>
33. Юник А., Трифоно І. Рекомендації з унесення добрив на підставі практичного досвіду господарств. <https://agro-business.com.ua/agro/ahronomiia-sohodni/item/19860-rekomendatsii-z-unesennia-dobryv-na-pidstavi-praktychnoho-dosvidu-hospodarstv.html> (дата звернення 10.01.2025).
34. Система удобрення соняшнику. <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashniku/> (дата звернення 10.01.2025).

REFERENCES:

1. Pelekh L.V., Onufriichuk O.M. (2024), *Osnovni tekhnologichni zakhody pry vyroshchuvani soniashnyku*. [Basic technological measures in sunflower cultivation]. *Ahrarni innovatsii*. № 25. P. 43–49. DOI: <https://doi.org/10.32848/agrar.innov.2024.25.7> [in Ukrainian].

2. Petrychenko V.F., Lykhochvor V.V. (2021), *Roslynnytstvo. Novi tekhnologii vyroshchuvannia polovykh kultur pidruch. 5-te vyd., vyprav., dopovn., dod. vypusk.* [New technologies for growing field crops: tutorial. 5th ed., corrections, additions, additions. Output.]. Lviv: NVF «Ukrainski tekhnologii», 806 p. [in Ukrainian].
3. Nechyporenko N.I., Pospelova H.D., Kovalenko N.P., Balym B.V., Buzyna O.S. (2023), *Analiz mikoflory nasinnia hibrydiv ta sortiv soniashnyka.* [Analysis of the mycoflora of seeds of sunflower hybrids and varieties]. *Scientific Progress & Innovations.* № 26 (1). P. 11–17. DOI: 10.31210/spi2023.26.01.02 [in Ukrainian].
4. Hanhur V.V., Kosminskyi O.O. (2024), *Bioenerhetychna otsinka efektyvnosti riznykh rivniv mineralnogo zhyvlennia u tekhnologii vyroshchuvannia soniashnyku.* [Bioenergetic evaluation of the effectiveness of different levels of mineral nutrition in sunflower cultivation technology]. *Scientific Progress & Innovations.* № 27 (1). P. 13–18. DOI:10.31210/spi2024.27.01.02 [in Ukrainian].
5. *Odeschyna ta Mykolaivshchyna vkhodiat v top 5 oblastei z naibilshymy posivnymy ploshchamy pid soniashnykom.* [Odesa and Mykolayiv are among the top 5 regions with the largest sunflower acreage]. URL: <https://superagronom.com/news/17264-odeschyna-ta-mikolayivshchyna-vhodyat-v-top-5-oblastey-z-naybilshimi-posi-vnimi-ploshchami-pid-soniashnykom> (data zvernennia: 25.12.2024).
6. Vozhehova R.A., Filip'iev I.D., Dymov O.M., Hamaiunova V.V. (2013), *Vyznachnyk symptomiv nestachi chy nadlyshku elementiv zhyvlennia za zovnishnimy oznakamy roslyn: posibnyk 1* [Determinant of symptoms of lack or excess of nutrients based on external signs of plants: manual]. Kherson: Ailant, 92 p. [in Ukrainian].
7. Ishchenko V.A., Shkumat V.P. (2006), *Efektivnist posivu soniashnyku iz zvuzhenymy mizhriaddiamy pry rizni hustoti stoiannia roslyn.* [The efficiency of sunflower sowing with narrowed inter-row spacing at different plant stand densities]. *Visnyk aharnoï nauky Prychornomia.* Vyp. 1. P. 34–39. [in Ukrainian].
8. Tarariko Yu.O. (2002), *Rozrobka gruntovakhsnykh resurso- ta enerhozberihaiuchykh system vedenia s.-h. vyrobnytstva z vykorystanniam kompiuternoho prohramnogo kompleksu.* [Development of soil-protecting, resource- and energy-saving management systems of rural areas. production using a computer software complex]. K. : Nora-Druk, 122 p. [in Ukrainian].
9. Kulidzhanov E.V., Holubchenko V.F., Viliaieva S.D., Hrytsai T.L. (2022), *Neobkhdnist u monitorynhu mineralnykh dobryv na vmist zabrudniuiuchykh rehovyn.* [The need to monitor mineral fertilizers for the content of pollutants]. *Ahroekologichnyi zhurnal.* № 2. P. 147–151. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.2.2022.263330> [in Ukrainian].
10. Nikitchyn D.I. (1996), *Oliini kultury.* [Oil crops]. VPK «Zaporizhzhia». 256 p. [in Ukrainian].
11. Kokovikhin S.V., Nesterchuk V.V., Nosenko Yu.M. (2015), *Produktyvnist ta yakist nasinnia hibrydiv soniashnyku zalezno vid hustoty stoiannia roslyn ta udobrennia.* [Productivity and seed quality of sunflower hybrids depending on plant density and fertilization]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 94. P. 37–42. [in Ukrainian].
12. Mineralni dobryva dlia zernovykh, kukurudzy, soniashnyka. Systema Optimum. URL: <https://www.systopt.com.ua/far-ticle-myneralnye-udobrennyia-dlya-zernovykh-kukurudzy-pod-solnechnykh> [in Ukrainian] (data zvernennia: 12.01.2025).
13. Bilonozhko M.A. (2001), *Roslynnytstvo.* [Crop production]. K. Aharna osvita. P. 249–265. [in Ukrainian].
14. Patil, V.D., Bavalgave, V.G., Waghmare, M.S., Kagne, S.V., & Kesare, B.J. (2009). Effect offertilizer doses on yield and quality of sunflower hybrids. *International Journal of Agricultural Science*, 5 (1), 40–42.
15. Kandil A.A., Sharief, A.E., & Odam, A.M.A. (2017). Response of some sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) to different nitrogen fertilizer rates and plant densities. *International Journal of Environment, Agriculture and Biotechnology (IJEAB)*, 2(6), 2978–2994. doi:10.22161/ijeab/2.6.26 [in Ukrainian].
16. Horbatiuk E.M. (2018), *Biometrychni pokaznyky hibrydiv soniashnyku za riznykh strokiv sivby ta shyryny mizhriaddia.* [Biometric indicators of sunflower hybrids at different sowing dates and row widths]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 104. t. 1. P. 35–40. [in Ukrainian].
17. Sednetskyi V.M. (2018), *Vplyv huminovykh preparativ na vrozhaïnist ta yakisni pokaznyky soniashnyku v umovakh Lisostepu zakhidnoho.* [The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo.* № 294. P. 32–41. [in Ukrainian].
18. Zaitsev O.M. (2002), *Zaprovadzhennia novykh hibrydiv soniashnyku – shliakh do pidvyshchennia rentabelnosti silskohospodarskoho vyrobnytstva.* [The influence of humic preparations on the yield and quality indicators of sunflower in the conditions of the Western Forest Steppe]. *Propozytsiia.* № 8. P. 50–52. [in Ukrainian].
19. Horbatiuk E.M. (2018), *Biometrychni pokaznyky hibrydiv soniashnyku za riznykh strokiv sivby ta shyryny mizhriaddia.* [Biometric indicators of sunflower hybrids at different sowing dates and row widths]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk.* Vyp. 104. t. 1. P. 35–40. [in Ukrainian].
20. Koshovyi V.O. (2004), *Vplyv rezhymiv zroshennia, dobryv i hustoty stoiannia roslyn na urozhaïnist ta yakisni pokaznyky soniashnyku kondyterskoho napriamku.* [The influence of irrigation regimes, fertilizers and plant density on yield and quality indicators of confectionery sunflower]. *Ahrarnyi visnyk Prychornomia.* Odesa: ODAU, Vyp. 26. Ch. 2. P. 49–54. [in Ukrainian].
21. References Osman, E.B.A., & Awed, M.M.M. (2010). Response of sunflower (*Helianthus annuus* L.) to phosphorus and nitrogen fertilization under different plant spacing at new valley. *Assiut University Bulletin for Environmental Researches*, 13 (1), 11–18.
22. Kravchenko M.S., Tsarenko O. M., Mishchenko Yu.H. (2003), *Praktykum iz zemlerobstva: navch. posibn.* [Practicum in agriculture: training. manual]. Kyiv. Meta. 320 p. [in Ukrainian].
23. Hospodarenko H.M. (2018), *Systema zastosuvannia dobryv.* [Fertilizer application system]. K : TOV «SIK HRUP UKRAINA», 376 p. [in Ukrainian]
24. Yunyk A.V. (2021), *Efektivnist vnesennia dobryv za vyroshchuvannia vysoko oleinovoho soniashnyku na chornozemakh typovykh malo humusnykh.* [Fertilizer efficiency for growing high-oleic sunflower on typical low-humus chernozems]. *Roslynnytstvo ta gruntoznavstvo.* Vyp. 12. № 1. P. 39–49. [in Ukrainian].

25. Kovalenko A. (2016), *Optymizatsiia mineralnogo zhyvlennia soniashnyku*. [Fertilizer efficiency for growing high-oleic sunflower on typical low-humus chernozems]. *Propozytsiia*. № 6. P. 62–64. DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2019.107.19> [in Ukrainian].
26. Pinkovskiy H.V., Mashchenko Yu.V., Tanchyk S.P. (2019), *Vplyv elementiv zhyvlennia na rodiuchist hruntu ta produktyvnist soniashnyku v Pravoberezhnomu Stepu Ukrainy*. [The influence of nutrients on soil fertility and sunflower productivity in the Right Bank Steppe of Ukraine]. *Tavriiskyi naukovyi visnyk*. Vyp. 107. P. 145–150. [in Ukrainian].
27. Hryhoriv Ya.Ia. (2021), *Ekonomichna efektyvnist vyroshchuvannia soniashnyku v umovakh Prykarpattia Ukrainy. Innovatsii v osviti, nautsi ta vyrobnytstvi*. [Economic efficiency of sunflower cultivation in the Carpathian region of Ukraine. Innovations in education, science and production]. *Zbirnyk materialiv dopovidei uchashnykiv V mizhnarodnoi naukovo-prakt. onlain konf.*, m. Kyiv. P. 35–36. [in Ukrainian].
28. Turchynov O.Ie., Popov S.I. (1999), *Reaktsiia hibrdiv soniashnyku riznykh hrup styhlosti na fony zhyvlennia*. [Reaction of sunflower hybrids of different maturity groups to nutritional backgrounds]. *Selektsiia i nasinytstvo*. Kharkiv: IR im. V.Ia. Yurieva, Vyp. 82. P. 94–99. [in Ukrainian].
29. Kostromitin V.M., Skydan M.S. (2011), *Vplyv systemy zhyvlennia na urozhainist ta yakist nasinnia hibrdiv soniashnyku v umovakh skhidnoi chastyny Lisostepu Ukrainy*. [The influence of the feeding system on the yield and seed quality of sunflower hybrids in the conditions of the eastern part of the forest-steppe of Ukraine]. *Biuletyn Instytutu silskoho hospodarstva stepovoi zony*. № 1. P. 107–111. [in Ukrainian].
30. Masliiov S.V., Yarchuk I.I., Stepanov V.V., Shkvar S.V. (2019), *Vplyv mineralnykh dobryv na rist, rozvytok ta vrozhainist soniashnyku v umovakh Luhanskoi oblasti*. [The influence of mineral fertilizers on the growth, development and yield of sunflower in the conditions of Luhansk region]. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnogo ahrarnoho universytetu*. Vyp. 2. P. 56–64. [in Ukrainian].
31. Podoprigora, V.S., & Verhovskij, V.A. (1994). *Agrotehnika vyrashivaniya podsolnechnika*. Dnepropetrovsk: Promin 120 p. [In Ukrainian].
32. Liabakh S.V. (2022), *Vplyv sposobu obrobitku gruntu ta systemy udobrennia na vrozhainist soniashnyku (Helianthus L.) za vyroshchuvannia v umovakh Tsentralnogo Polissia Ukrainy*. [The influence of the soil tillage method and fertilization system on the yield of sunflower (Helianthus L.) when grown in the conditions of the Central Polissia of Ukraine]. *Ahroekologichnyi zhurnal*. № 4. P.130-135. DOI: <https://doi.org/10.33730/2077-4893.4.2022.273259> [in Ukrainian].
33. Yunik A., Trifono I. *Commendationes applicandi fertilizers secundum experientiam praediorum practicam*. [Recommendations for applying fertilizers based on the practical experience of farms]. (data zvernennia: 10.01.2025). [in Ukrainian].
34. *Helianthus systematis fecundationis*. [Sunflower fertilization system]. <https://uapg.ua/blog/sistema-udobrennya-sonyashnyku/> (data zvernennia: 10.01.2025). [in Ukrainian].

Шкатула Ю.М., Кравець А.О. Мінеральне живлення соняшнику в агроекологічному контексті

Метою дослідження є аналіз особливостей соняшнику до мінерального живлення, впливу системи удобрення на продуктивність культури в умовах зміни клімату.

Результати досліджень. Соняшник – культура помірної зони та є досить пластичною до погодних та ґрунтових умов. В умовах зміни клімату, зокрема посилення його посушливості, вирощування соняшнику набуває ще більших перспектив. Дана культура, завдяки потужній, глибоко проникаючій кореневій системі і за посушливих умов періоду вегетації, забезпечує себе вологою та елементами мінерального живлення в обсягах достатніх для формування помірної врожайності насіння.

Норми внесення мінеральних добрив краще встановлювати за агрохімічними картографіями. Соняшник використовує велику кількість калію. Проте, незважаючи на високий винос цього елемента, соняшник на чорноземних ґрунтах більшою мірою потребує азотних і фосфорних добрив. Деякі вчені наводять дані, що за умови інтенсивної технології його вирощування, поряд із застосуванням мінеральних добрив під основний обробіток ґрунту ($N_{40}P_{60}$) і за умови внесення в рядки при сівбі ($N_{10}P_{10}$) є високоефективним додаткове внесення добрив локально-стрічковим способом навесні до посіву на глибину 10–12 см.

Висновки. Аналіз літературних джерел свідчить про те, що в Україні соняшник є основною олійною культурою. Соняшник є культурою вимогливою до технологічних та кліматичних умов вирощування і вимагає значної кількості поживних речовин на протязі вегетаційного періоду.

Фон живлення є одним з найголовніших елементів у технології вирощування соняшнику. Внесення мінеральних добрив збільшує вміст у ґрунті доступних рослинам елементів мінерального живлення. Тим самим змінюється хімічний склад ґрунту, його фізичні та інші властивості. Покращення мінерального живлення позитивно впливає на фотосинтез, покращується ріст рослин і відповідно збільшуються показники врожайності.

Система удобрення соняшнику складається з трьох прийомів: основного, рядкового і підживлення. Рекомендовані орієнтовні норми макродобрив в діючій речовині залежно від типу ґрунтів становлять на чорноземі типовому – $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ кг/га, темно-сірих і сірих лісових – $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ кг/га, на чорноземі звичайному та південному – $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$.

Отже, науково обґрунтована система внесення мінеральних добрив виконує найважливіші функції в агротехнології вирощування соняшника та сприяє отриманню високих врожаїв даної культури.

Ключові слова: соняшник, клімат, ґрунт, мінеральне живлення, норма, насіння, урожайність.

Shkatula Yu.M., Kravets A.O. Mineral nutrition of sunflower in an agroecological context

The purpose of the study is to analyze the characteristics of sunflower with regard to mineral nutrition, the influence of the fertilization system on the productivity of the crop under conditions of climate change.

Research results. Sunflower is a temperate crop and is quite adaptable to weather and soil conditions. In the context of climate change, in particular its increasing aridity,

sunflower cultivation is gaining even greater prospects. Thanks to its powerful, deep-penetrating root system and dry growing season conditions, this crop provides itself with enough moisture and mineral nutrients to generate moderate seed yields.

It is better to set mineral fertiliser application rates based on agrochemical cartograms. Sunflower uses a large amount of potassium. However, despite the high removal of this element, sunflower on chernozem soils requires more nitrogen and phosphorus fertilisers. Some scientists report that, given intensive cultivation techniques, along with the use of mineral fertilisers for basic tillage ($N_{40}P_{60}$) and when applied to the rows during sowing ($N_{10}P_{10}$), additional fertilisation by localised banding in the spring before sowing to a depth of 10–12 cm is highly effective.

Conclusions. The analysis of the literature shows that sunflower is the main oilseed crop in Ukraine. Sunflower is a crop that is demanding to technological and climatic conditions of cultivation and requires a significant amount of nutrients during the growing season.

The nutritional background is one of the most important elements in sunflower cultivation technology. The application of mineral fertilisers increases the content of mineral nutrients available to plants in the soil. This changes the chemical composition of the soil, its physical and other properties. Improved mineral nutrition has a positive effect on photosynthesis, improves plant growth and increases yields.

The sunflower fertilisation system consists of three methods: main, line and top dressing. The recommended approximate rates of macrofertilisers in the active ingredient, depending on the soil type, are $N_{60-90}P_{50-60}K_{50-60}$ kg/ha on typical black soil, $N_{60-90}P_{60-70}K_{60-70}$ kg/ha on dark grey and grey forest soil, and $N_{50-60}P_{50-60}K_{40-50}$ kg/ha on ordinary and southern black soil.

Thus, a scientifically based system of mineral fertiliser application performs the most important functions in the agrotechnology of sunflower cultivation and contributes to high yields of this crop.

Key words: sunflower, climate, soil, mineral nutrition, rate, seeds, yield.