

ЕФЕКТИВНІСТЬ УДОБРЕННЯ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ СОНЯШНИКУ

Л. А. ГАРБАР, кандидат сільськогосподарських наук,
доцент кафедри рослинництва

Національний університет біоресурсів і природокористування України

Н. В. КНАП, кандидат сільськогосподарських наук

Міжкафедральна навчальна лабораторія на базі ВП НУБіП України

«Мукачівський аграрний коледж»

e-mail: garbarl@ukr.net

Анотація. Вагоме місце серед чинників, що забезпечують високий урожай соняшника займають умови живлення рослин упродовж всього вегетаційного періоду та технологічні заходи, спрямовані на реалізацію генетичного потенціалу соняшника в окремих регіонах України. Необхідним є глибоке вивчення потенційних можливостей вітчизняних гібридів за різних умов вирощування для виявлення їхньої конкурентоздатності та популяризації, що дозволить підвищити показники якості та врожайності культури загалом.

Впровадження та застосування у виробництві нових комплексних мікродобрив на фоні основного удобрення, які здатні підвищити ефективність використання рослинами поживних елементів мінеральних добрив і ґрунту, є одним зі шляхів підвищення урожайності культур та якості сільськогосподарської продукції.

Незважаючи на важливість соняшнику як однієї з традиційних культур України, технологія його вирощування в степовій зоні на сьогодні має чимало невирішених завдань. Серед технічних заходів, спрямованих на підвищення врожайності соняшника, важливе місце посідає вибір оптимальних норм внесення добрив та підживлення мікроелементами в критичні періоди розвитку культури.

Мета досліджень полягає у встановленні впливу умов живлення культури та підбору високопродуктивних гібридів (НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома) для конкретних ґрунтово-кліматичних умов через формування їхньої продуктивності.

Польові дослідження проводили впродовж 2018 – 2019 рр. на чорноземах типових малогумусних. У результаті проведених досліджень встановлено, що застосування двічі позакоренево в підживлення на фоні основного удобрення препаратів Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор у фази 4 та 8 листків по 1 л/га активізувало формування листкової поверхні, сприяє накопиченню сухої речовини та забезпечувало формування високих урожаїв гібридів соняшнику.

У фазу цвітіння рослинами соняшнику було сформовано максимальні показники площі листкової поверхні, яка за впливу варіантів удобрення змінювалась у наступному діапазоні: у рослин гібриду НК Діамантіс від 37,6 до 48,7 тис. м²/га, СИ Купава – 41,1 – 52,39 тис. м²/га, НК Неома – 36,5 – 47,6 тис. м²/га. Найвищий

показник площі листків було сформовано рослинами гібриду СИ Купава на варіанті із внесенням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ + Еколайн Бор» (5-6 листків), який склав 52,39 тис. м²/га.

Ключові слова: соняшник, добрива, мікроелементи, бор, гібриди, Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор, площа листової поверхні, суха речовина, урожайність.

Вступ.

Основною беззмінною олійною культурою на полях України тривалий час залишається соняшник. Упродовж останніх років спостерігається чітка тенденція до збільшення його площ не лише в зоні Степу, де вони традиційно зосереджені, а й на Поліссі та в Лісостепу. Популярність культури пов'язана зі стратегічною та значною економічною ефективністю її вирощування та здатністю забезпечити найбільший вихід олії з одиниці площі серед олійних культур. Водночас зі збільшенням площ посівів соняшнику спостерігається зниження його урожайності. Причинами даного явища є низка чинників, зокрема, недотримання сівозміни та технології вирощування культури та використання гібридів із низькою адаптивною здатністю до ґрунтово-кліматичних умов.

Живлення рослин є ключовим чинником за формування урожайності та якості продукції сільськогосподарських культур, зокрема соняшнику, впродовж усього періоду вегетації. У поєднанні із іншими елементами технології вирощування забезпечення культури елементами живлення сприяє підвищенню реалізації генетичного потенціалу сортів та гібридів соняшнику. З появою у виробництві великої кількості нових гібридів та сортів культури, як закордонної так і вітчизняної селекції, виникає потреба вивчення їх потенціальних можливо-

стей за вирощування у різних ґрунтово-кліматичних умовах.

Дослідниками приділялося та приділяється багато уваги не лише питанням, спрямованим на отримання його продукції, але й розробленню певних технологічних прийомів його вирощування для забезпечення рослин усіма необхідними чинниками.

Попри важливість соняшнику, як однієї з традиційних культур України, технологія його вирощування нині має чимало невирішених завдань. Серед елементів технології вирощування, спрямованих на підвищення врожайності культури, чільне місце посідає створення оптимальних умов живлення в критичні періоди розвитку культури (Eremenko, O., Kalenska, S., & Pokoptseva, L. et al., 2019; Eremenko, O., Kalitka, V., & Kalenska, S. et al., 2018). Це зумовлює актуальність вивчення реакції гібридів, рекомендованих для конкретних ґрунтово-кліматичних умов, на вплив умов живлення культури через формування їхньої продуктивності (Kalenska, S., Ryzhenko, A., & Novytska, N. et al., 2020; Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., & Domaratskiy, O. O. et al., 2018).

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Попри високий рівень потенціальної продуктивності сучасних гібридів соняшнику, сьогодні у виробничих умовах він далеко не повністю реалізується (Ieremenko, O. A., Kalitka, V.,

& Kalenska, S., 2017; Pysarenko, P. V., Kalinichenko, A. V., & Horb, O. O., 2006; Bondarenko, M. P., Korytnyk, V. M., & Pysmennyi, A. H., 2002;) До низки чинників, що стримують зростання урожайності соняшнику, належить забезпеченість ґрунту основними елементами живлення та мікроелементами, як у критичні періоди росту та розвитку культури, так і впродовж усієї вегетації (Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., & Kalenska, S. M. et al., 2018; Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X., 2015; Carvalho, M. E. A., Castro, P. R. de C. E. & Ferraz Junior, M. V. de C. et al., 2016; Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W., 2014;)

Поряд із цим, рівень ефективності застосування мінеральних добрив визначається іншими елементами технологічного процесу вирощування культури.

Відповідно до літературних джерел, оптимальною площею листкової поверхні рослин сільськогосподарських культур, завдяки якій досягається формування максимальної продуктивності, є площа на рівні 40 тис. м² на 1 га (Kalenska, S. M., Gorbatiuk, E. M., Garbar, L. A., 2020).

Інші літературні джерела засвідчують, що для сортів та гібридів з інтенсивним типом росту, котрі сьогодні зайняли переважаючу позицію в сільськогосподарському виробництві, оптимальна площа листків перебуває в межах 50 – 60 тис. м² /га. Різні дози мінеральних добрив мають неоднаковий вплив на площу листкової поверхні сільськогосподарських культур та проходження процесу фотосинтезу в них (Yeremenko, O. A., 2017; Helmy, A. M., & Ramadan, M. F., 2009; Nizamov, R. M., 2018).

У зоні помірного клімату соняшник відноситься до рекордсменів із

формування площі листкової поверхні і, відповідно, накопичування значної кількості сухої речовини.

Для успішного проходження в рослин соняшнику інтенсивних процесів фотосинтезу органічних речовин, вони мають бути забезпечені оптимальними умови впродовж вегетаційного періоду. Крім забезпечення рослин культури достатньою кількістю води й мінеральними елементами живлення, для них обов'язково необхідний оптимальний режим інтенсивного освітлення сонячними променями (Buldykova, I. A., Sheudzhen, A. Kh., & Bondareva, T. N., 2015; Honchar, L., Kalenska, S., & Novitska, N. et al., 2017; Yeremenko, O., Kalenska, S., & Kiurchev, S., et al. O., 2017).

Кожну зелену рослину можна розглядати як досконалу живу просторову оптичну систему, що дуже тонко реагує на всі зміни в режимі їх освітлення і фотоперіодизму. На період появи сходів навесні рослин культури всі рослини мають достатнє забезпечення світлом. Фотоперіодизм такої пори року є сприятливим для сходів рослин різних видів. Тривалість світлового дня поступово наростає, і це для зелених рослин є надійним орієнтиром для того, щоби їхній онтогенез проходив за найбільш оптимальним і продуктивним шляхом. Тобто в них попереду тривалий вегетаційний період і є можливість реалізувати його максимально повно і продуктивно.

У міру наростання площі листкової поверхні рослин і диференціації розміщення листків за висотою, умови їхнього освітлення поступово змінюються. Проективне покриття поверхні ґрунту поступово стає більш оптично щільним і відповідно зменшується надходження прямих сонячних променів під листовий апарат

зелених рослин, що вегетують у посівах (Yeremenko, O., Kalenska, S., & Kalytka, V., 2018).

Листковий апарат відіграє вирішальну роль у формуванні врожаю. Саме листок виконує функцію фотосинтезу й саме тут відбувається процес утворення органічної речовини. Деякі фахівці навіть пропонують робити прогноз урожайності за показником листової поверхні. На таку можливість багато раніше звертав увагу відомий фізіолог О.О. Ничипорович (Nichiporovich, A. A., 1972).

Як свідчать літературні джерела, багато дослідників визначають оптимальну площу листової поверхні, підкреслюючи шкідливий вплив надмірно розвиненої листової поверхні. Соняшник розвиває доволі потужну листову поверхню, яка досягає 50-80 тис. м²/га (Borysenko, V. V., 2016).

Проте такий розмір поверхні листа тримається короткий час, тому що нижні листя швидко підсихають і загальна їхня площа зменшується. Листя соняшника кількісно формуються упродовж 35 – 40 діб від сходів до початку формування кошику. За цей час на кожній рослині утворюється 18 – 20 листів.

Коливання індексу листової поверхні можуть суттєво відрізнятися. Проте, площу листової поверхні соняшнику на рівні 35 – 40 тис. м²/га прийнято вважати за реальну.

Водночас досліджень, спрямованих на вивчення впливу різних умов живлення через застосування макро- та мікроелементів в умовах достатнього та нестабільного забезпечення вологою та підбору високопродуктивних гібридів для конкретних ґрунтово-кліматичних умов за вирощування польових культур загалом, вкрай недостатньо, що й зумовило напрям наших досліджень.

Мета досліджень полягає у встановленні впливу умов живлення культури та підбору високопродуктивних гібридів (НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома) для конкретних ґрунтово-кліматичних умов через формування їхньої продуктивності.

Матеріали і методи досліджень.

Польові дослідження проводили у 2018–2019 рр. в умовах Чернігівської області на чорноземах типових малогумусних. Гібриди соняшнику НК Діамантіс, СИ Купава, НК Неома висівали за прогрівання ґрунту на глибині заробки насіння до +8 °С. У роки проведення досліджень календарна дата сівби відповідали першій декаді травня.

Відповідно до поставленої мети була розроблена програма дослідження та схема польового досліду (табл. 1), яка передбачала вивчення гібридів (чинник А) варіанти обробки насіння (чинник А) та підживлення посівів (чинник В) у фазу 4 та 8 листків соняшнику.

Мікродобриво Еколайн Бор Органічний (азот (N – NH₂) – 6,5 %; бор (В) – 15,5 %). Концентроване рідке борне добриво, розроблене для усунення прояву дефіциту бору, а також для позакореневого підживлення культур, особливо вимогливих до умов забезпечення бором. Містить бор у формі органічної сполуки з моноетаноламіном у максимально можливій концентрації.

Добриво забезпечує регулювання живлення бором у критичні фази розвитку рослин, стресостійкість і холодостійкість рослин, регулювання процесу цвітіння, покращення якості врожаю. Норма позакореневого внесення – 1-2 л/га.

1. Ефективність застосування добрив та позакоренових підживлень мікроелементами за вирощування соняшнику (схема досліду)

Гібриди (чинник А) / позначення варіанту	Варіанти удобрення (чинник В) / позначення варіанту	Позакоренове застосування препаратів (чинник С) / позначення варіанту
1.НК Діамантіс, 2.СИ Купава, 3.НК Неома	1. $N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}+N_{23}$; 2. $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}$	1.Еколайн Бор; 2.Нертус Бор; 3.Баст Бор

Мікродобриво Нертус Бор (150 г/л (бор-етаноламін). До складу входять прилипачі для забезпечення рівномірного покриття листової поверхні культури і значного зниження небезпеки прояви фітотоксичності. Забезпечує культуру бором, життєво необхідним у період вегетації, що покращує процес цвітіння і формування зав'язі, а це, у свою чергу, збільшує врожайність. Органічна форма речовини сприяє надфективному засвоєнню, а стійкість до змивання забезпечує захист від опадів. Препарат збільшує стійкість рослини до стресів, бактеріальних вражень, знижує ризик виникнення плодової і кореневої гнилі. Сумісний із більшістю популярних пестицидів, не знижуючи їхню ефективність в сумішах. Норма позакоренового внесення – 1-1,5 л/га.

БАСТ Бор (В (200 г/л); N (70 г/л). Добриво має максимальну концентрацію бору, швидко усуває його дефіцит. Використовується для позакоренового підживлення всіх сільськогосподарських культур, що вирощуються в умовах закритого і відкритого ґрунту. Стимулює ріст і розвиток точок росту, формування листя, квіток, процеси запліднення і плодоутворення, посухостійкість культур, запобігає хворобам, які виникають у результаті дефіциту бору, підвищує врожайність і покращує якісні показники продукції. Норма позакоренового внесення – 1-2 л/га.

Площа облікової ділянки – 50 м² за чотириразової повторності. Розміщення ділянок систематичне (Ermantraut, E. R., Gopcij, T. I. & Kalenska, S. M. et al., 2014; Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., & Kalenska, S. M., 2016). Норма висіву насіння – 50 тис. схожих насінин/га. Добрива $N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}$ та $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}$ вносили в передпосівну культивуацію, N_{23} у вигляді сечовини вносили під час сівби. Підживлення проводили двічі позакореново Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор у фазу 4 та 8 листків по 1 л/га.

Площу листової поверхні визначали за методикою А. О. Ничипоровича, урожайність – обліковим методом, статистичну обробку даних проводили з використанням програми SAS 9,4.

Результати досліджень та їх аналіз.

Програмою наших досліджень було передбачено вивчити динаміку наростання листової поверхні, шляхом розрахунків обчислити основні показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу рослин. Проаналізувавши отримані результати, варто відмітити, що на період формування 2-3 пар листків усі гібриди, що ми досліджували, незалежно від умов удобрення формували площу листків, яка змінювалася від 0,2 до 0,4 тис. м²/га. Водночас у цей період чіткої залежності між варіантами нами не було виявлено (табл. 1).

**1. Динаміка показників площі листків рослин гібридів соняшнику,
тис. м²/га (середнє за 2018 – 2019 рр.)**

Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
2-3 пари листів			
N ₂₇ P ₄₂ K ₈₁ S ₂₁ +N ₂₃ (фон 1);	0,2	0,2	0,2
N ₃₆ P ₅₆ K ₁₀₈ S ₂₈ +N ₂₃ (фон 2);	0,3	0,3	0,3
Фон 1+Еколайн Бор	0,2	0,2	0,2
Фон 1+Нертус Бор	0,3	0,4	0,3
Фон 1+Баст Бор	0,3	0,4	0,3
Фон 2+Еколайн Бор	0,4	0,4	0,4
Фон 2+Нертус Бор	0,3	0,4	0,4
Фон 2+Баст Бор	0,4	0,4	0,4
НІР ₀₅	0,09		
Формування кошика			
N ₂₇ P ₄₂ K ₈₁ S ₂₁ +N ₂₃ (фон 1);	13,2	16,4	13,8
N ₃₆ P ₅₆ K ₁₀₈ S ₂₈ +N ₂₃ (фон 2);	16,5	19,7	16,4
Фон 1+Еколайн Бор	18,9	22,1	17,9
Фон 1+Нертус Бор	14,9	18,1	15,1
Фон 1+Баст Бор	17,1	20,3	17,0
Фон 2+Еколайн Бор	19,7	22,9	18,7
Фон 2+Нертус Бор	19,1	22,3	17,8
Фон 2+Баст Бор	18,7	21,9	18,2
НІР ₀₅	1,9		
Цвітіння			
N ₂₇ P ₄₂ K ₈₁ S ₂₁ +N ₂₃ (фон 1);	37,6	41,1	36,5
N ₃₆ P ₅₆ K ₁₀₈ S ₂₈ +N ₂₃ (фон 2);	44,2	46,3	43,1
Фон 1+Еколайн Бор	47,8	51,9	46,7
Фон 1+Нертус Бор	39,7	41,4	38,6
Фон 1+Баст Бор	45,3	47,3	44,2
Фон 2+Еколайн Бор	48,7	52,9	47,6
Фон 2+Нертус Бор	41,3	45,9	40,2
Фон 2+Баст Бор	45,9	48,3	44,8
НІР ₀₅	2,4		

Отримані результати показали, що в період формування кошику вже спостерігалася дія проведених підживлень мікроелементами. Так,

у гібрида НК Діамантіс площа листків на даний період за впливу умов живлення, що створювалися завдяки внесенню добрив, складала 13,9 – 19,7

тис. м²/га, у гібриду СИ Купава – 16,4 – 22,9 тис. м²/га, НК Неома – 13,8 – 18,7 тис. м²/га.

Найбільшу площу листків у цей період формували рослини на варіантах із застосуванням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}$ у передпосівну культивуацію N_{23} у вигляді сечовини під час сівби та позакореневе підживлення препаратом Еколайн Бор.

У фазу цвітіння рослинами соношнику було сформовано максимальні показники площі листової поверхні. Після чого відмічено поступове зменшення асимілюючої поверхні внаслідок поступового відмирання листків.

Площа листової поверхні посівів соношнику у фазу цвітіння за впливу варіантів удобрення змінювалась у такому діапазоні: рослини гібриду НК Діамантіс 37,6 – 48,7 тис. м²/га, СИ Купава – 41,1 – 52,39 тис. м²/га, НК Неома – 36,5 – 47,6 тис. м²/га.

Найвищий показник площі листків було сформовано рослинами гібриду СИ Купава на варіанті із внесенням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ + Еколайн Бор», який склав 52,39 тис. м²/га.

Розуміючи, що сама площа листя не є показником, який характеризує продуктивність роботи фотосинтетичного апарату, ми зробили розрахунки таких важливих показників, як фотосинтетичний потенціал (ФП) та чиста продуктивність фотосинтезу (ЧПФ) (табл. 2 та 3).

Фотосинтетичний потенціал на варіантах без застосування в підживлення добрив змінювався в діапазоні від 1,15 – 1,49 млн м²/га*діб.

Застосування на фоні цих удобрень позакоренево препаратів із мікроелементами підвищувало показники ФП у гібриду НК Діамантіс до 1,25 – 1,43, СИ Купава – 1,41 – 1,68, НК Неома – 1,34 – 1,58 млн м²/га*діб.

Максимальний показник було нами отримано на варіанті із внесенням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ + Еколайн Бор у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 1,68 млн м²/га*діб.

Перший показник (ФП), об'єднує розмір листової поверхні та тривалість її роботи, а другий показник (ЧПФ) інтенсивність роботи листя по створенню органічної речовини одним м² листків за 1 добу. За прове-

2. Фотосинтетичний потенціал рослин соношнику у період цвітіння, млн. м²/га*діб (середнє 2018 – 2019 рр.)

Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
$N_{27}P_{42}K_{81}S_{21} + N_{23}$ (фон 1);	1,15	1,26	1,21
$N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ (фон 2);	1,27	1,49	1,42
Фон 1+Еколайн Бор	1,25	1,41	1,34
Фон 1+Нертус Бор	1,20	1,35	1,29
Фон 1+Баст Бор	1,21	1,38	1,31
Фон 2+Еколайн Бор	1,43	1,68	1,58
Фон 2+Нертус Бор	1,34	1,46	1,40
Фон 2+Баст Бор	1,39	1,44	1,42
НІР ₀₅	0,11		

3. Чиста продуктивність фотосинтезу рослин соняшнику в період цвітіння, г/м² за добу (середнє 2018 – 2019 рр.)

Варіант удобрення	Гібрид		
	НК Діамантіс	СИ Купава	НК Неома
$N_{27}P_{42}K_{81}S_{21}+N_{23}$ (фон 1);	1,45	1,59	1,52
$N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}$ (фон 2);	1,59	1,83	1,81
Фон 1+Еколайн Бор	1,61	1,94	1,89
Фон 1+Нертус Бор	1,51	1,86	1,75
Фон 1+Баст Бор	1,55	1,89	1,81
Фон 2+Еколайн Бор	1,79	1,98	1,92
Фон 2+Нертус Бор	1,67	1,91	1,88
Фон 2+Баст Бор	1,69	1,93	1,89
НІР ₀₅	0,09		

дення розрахунків ЧПФ ми одержали результат, який у динаміці перебував у прямій залежності з площею листової поверхні відповідних гібридів та варіантів удобрення. У результаті проведення розрахунків нами було одержано показники росту ЧПФ під час внесення добрив (табл. 3).

Проаналізувавши показники чистої продуктивності посівів соняшнику гібридів, які ми досліджували,

можна зробити висновок, що нами була відмічена аналогічна тенденція між показниками, отриманими за визначення ФП. Максимальний показник було отримано на варіанті із внесенням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28}+N_{23}$ + Еколайн Бор у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 1,98 г/м² за добу.

Основним критерієм оцінки впливу удобрення на процес фотосинтезу та, відповідно, формування продуктив-

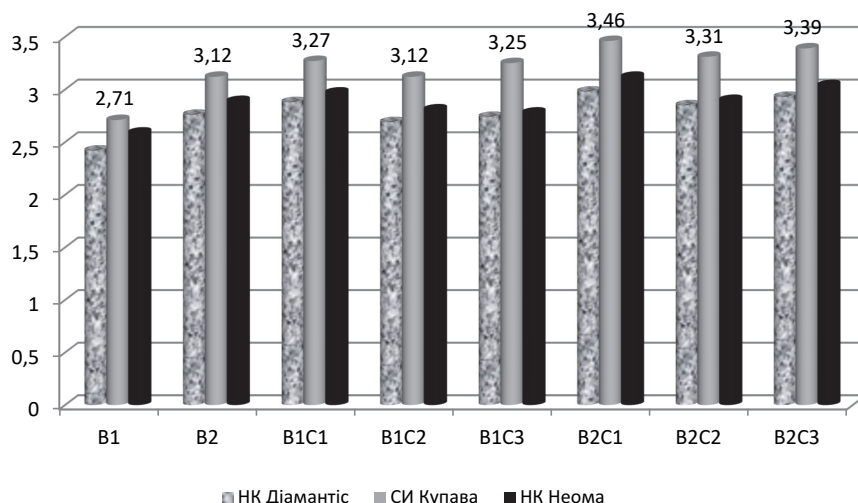


Рис. 1 Урожайність гібридів соняшнику, т/га
(НІР₀₅ A = 0,27; B = 0,14; C = 0,11; ABC = 0,39)

ності, є величина урожайності культури. Застосування добрив мало позитивний вплив на формування врожайності гібридів соняшнику. Так, на варіантах без застосування підживлень показники урожайності варіювали в гібриду НК Діамантіс від 2,42 до 2,76 т/га, СИ Купава від 2,71 до 3,12 т/га, НК Неома від 2,59 до 2,89 т/га (рис. 1).

Застосування позакоренових підживлень на фоні основного удобрення різними препаратами з мікроелементами забезпечувало отримання приросту до відповідних варіантів основного удобрення в розмірі від 0,46 до 0,56 т/га в гібриду НК Діамантіс, від 0,56 до 0,71 т/га в СИ Купава та від 0,38 до 0,52 т/га в НК Неома (рис. 1).

Найбільш урожайним в умовах проведення дослідів виявився гібрид СИ Купава (рис. 1). Максимальний показник урожайності було нами отримано на варіанті з внесенням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ + Еколайн Бор у рослин гібриду СИ Купава, що відповідав 3,46 т/га.

У результаті проведення кореляційного аналізу нами був встановлений тісний кореляційний зв'язок між площею листової поверхні рослин гібридів соняшнику у фазу цвітіння та урожайністю. Цей коефіцієнт варіював залежно від варіанту удобрення від 0,923 до 0,978.

Слід зауважити, що аналіз показників урожайності за роками досліджень засвідчує, що більш сприятливі погодні умови впродовж вегетаційного періоду склалися у 2018 році.

Висновки.

На основі проведених досліджень встановлено, що застосування двічі в підживлення на початкових етапах росту та розвитку рослин (фаза 4 та 8 листків) гібридів соняшнику препа-

ратів Еколайн Бор, Нертус Бор, Баст Бор активізувало у подальшому формування листової поверхні, сприяло зростанню показників фотосинтетичного потенціалу і чистої продуктивності фотосинтезу та забезпечувало підвищення урожайності.

Найвищу ефективність застосування добрив було отримано за внесення $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ та проведення позакоренового підживлення Еколайн Бор в рослин гібриду СИ Купава, що забезпечувало формування площі листової поверхні у фазу цвітіння в розмірі 52,39 тис. м²/га. Показники фотосинтетичного потенціалу та чистої продуктивності фотосинтезу посівів на вказаному варіанті склали, відповідно, 1,68 млн м²/га*діб та 1,92 г/м² за добу. Вплив погодних умов років досліджень та чинників, які ми вивчали, забезпечив формування врожайності гібриду СИ Купава на варіанті з застосуванням $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23}$ та проведення позакоренового підживлення Еколайн Бор (фаза 4 та 8 листків (по 0,1 л/га)) з показником 3,46 т/га.

Проведення кореляційного аналізу засвідчило наявність тісного кореляційного зв'язку між площею листової поверхні рослин гібридів соняшнику у фазу цвітіння та урожайністю. Даний коефіцієнт варіював залежно від варіанту удобрення від 0,923 до 0,978.

References

1. Eremenko, O., Kalenska, S., Pokoptseva, L. & Todorova, L. (2019). The influence of AKM Growth Regulator on Photosynthetic Activity of Oilseed Flax Plants in the Conditions of Insufficient Humidification of the Southern Stepp of Ukraine. Modern Development Paths of agricultural production. 03 July. 703–807. DOI: 10.1007/978-3-030-14918-5_78 [in English].

2. Eremenko, O., Kalitka, V., Kalenska, S. & Malkina, V. (2018). Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukraine Journal of Ecology*. 8 (1). Retrieved from: http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214 [in English].
3. 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*. V. 11 No. 8, August 25. DOI: 10.4236/ajps.2020.118095 [in Ukrainian].
4. Domaratskiy, E. O., Bazaliy, V. V., Domaratskiy, O. O., Dobrovolskiy, A. V., Kyrychenko, N. V., & Kozlova, O. P. (2018). Influence of Mineral Nutrition and Combined Growth Regulating Chemical on Nutrient Status of Sunflower. *Indian Journal of Ecology*. 45 (1), 126-129. [in English].
5. Ieremenko, O. A., Kalitka, V., Kalenska, S. (2017). Sunflower productivity under the effect of AKM plant growth regulator in the conditions of the southern steppe of Ukraine. *Agricultural Science and Practice*. Vol. 4, No. 1. 11-19. DOI: 10.15407/agris [in Ukrainian].
6. Pysarenko, P. V., Kalinichenko, A. V., Horb, O. O. (2006). Formuvannya ekolohichno zbalansovanykh ahroekosystem shliakhom usunennia nehatyvnykh yavlyshch u suchasnomu rozvytku gruntovykh protsesiv [Formation of ecologically balanced agroecosystems by eliminating negative phenomena in the modern development of soil processes]. *Visnyk Poltavskoi derzhavnoi ahrarynoi akademii – Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 1. 11-14. [in Ukrainian].
7. Bondarenko, M. P., Korytnyk, V. M., Pysmennyi, A. H. (2002). Zalezno vid umov zhyvlennia urazhenist khvorobamy i produktyvnist soniashnyku za riznykh system udobrennia [Depending on the nutritional conditions, the incidence of diseases and the productivity of sunflower with different fertilization systems]. – *Zakhyst roslyn – Plant protection*. 3. 6-7. [in Ukrainian].
8. Yeremenko, O. A., Kalytka, V. V., Kalenska, S. M., Malkina, V. M. (2018). Assessment of ecological plasticity and stability of sunflower hybrids (*Helianthus annuus* L.) in Ukrainian Steppe. *Ukrainian Journal of Ecology*. 8(1). 289-296. DOI: 10.15421/2018_214. Retrieved from: http://ojs.mdpu.org.ua/index.php/biol/article/view/_214 [in Ukrainian].
9. Miao, Y. F., Wang, Z. H. & Li, S. X. (2015). Relation of nitrate N accumulation in dryland soil with wheat response to N fertilizer. *Field Crops Res*. 170. 119–130. DOI: 10.1016/j.fcr.2014.09.016 [in English].
10. Carvalho, M. E. A., Castro, P. R. de C. E, Ferraz Junior, M. V. de C., Mendes, A. C. C. M. (2016). Are plant growth retardants a strategy to decrease lodging and increase yield of sunflower? *Comunicata Scientiae*, 7(1). 154-159. DOI: 10.14295/CS.v7i1.1286 [in English].
11. Calvo, P., Nelson, L., Kloepper, J. W. (2014). Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant and Soil*. 383. 3-41. DOI: 10.1007/s11104-014-2131-8 [in English].
12. Kalenska, S. M., Gorbatiuk, E. M., Garbar, L. A. (2020). The role of sowing parameters in sunflower phytometric indicators formation. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk – Taurida Scientific Herald*. 113. 49-55. DOI: 10.32851/2226-0099.2020.113.7 [in Ukrainian].
13. Yeremenko, O. A. (2017). Osoblyvosti fotosyntetichnoi diialnosti hibrydiv soniashnyku (*Helianthus annuus* L.) (F1) zalezno vid dii rehulatora rostu roslyn v 17 umovakh pivdennoho Stepu Ukrainy [Peculiarities of photosynthetic activity of sunflower (*Helianthus annuus* L.) (F1) hybrids depending on the action of the plant growth regulator in 17 conditions of the southern Steppe of Ukraine]. *Tavriiskiyi naukovyi visnyk. – Taurida Scientific Herald*. 98. 57-65. [in Ukrainian].
14. Helmy, A. M., & Ramadan, M. F. (2009). Agronomic performance and chemical response of sunflower (*Helianthus annuus*

- L.) to some organic nitrogen sources and conventional nitrogen fertilizers under sandy conditions. *Grasas Y Aceites*. 60. 55-67. DOI: 10.3989/gya.032508 [in English].
15. Nizamov, R. M. (2018). *Agrohimikaty v tehnologii vozdeleyvaniya podsolnechnika v Lesostepnoj zone Srednego Povolzhya*. Doctor's thesis. Kazan [In Russian].
16. Buldykova, I. A., Sheudzen, A. Kh., Bondareva, T. N. (2015). Mikroelementy na pos-evakh podsolnechnika [Trace elements in sunflower crops]. *Nauchnyi zhurnal KubGAU – Scientific Journal of KubSAU*. 107 (03). 25-29. [in Russian].
17. Honchar, L., Kalenska, S., Novitska, N., Pylypenko, V., Stolyarchuk, T., Zawieja, J., Scherbakova, O. (2017). Influence colloidal solutions of nanomolybdenum on the efficiency of symbiotic nitrogen fixation in legumes (pea, chickpea) *Agriculture & Forestry. Poljoprivredai Sumarstvo*. Vol. 63, Issue 4. 83-89. DOI: 10.17707/AgricultForest.63.4.09 [in Ukrainian].
18. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kiurchev, S., Rud, A., Chynchyk, O., Semenov, O. (2017). Sunflower (*Helianthus annuus* L.) productivity under the effect of plant growth regulator in the conditions of insufficient moisture. *Scientific achievements in agricultural engineering, agronomy and veterinary medicine: [collective monograph]*. Polish – Ukrainian Cooperation. II. 196-217. [in Ukrainian].
19. Yeremenko, O., Kalenska, S., Kalytka, V. (2018). Sunflower productivity depending on seed treatment by akm plant growth regulator and level of mineral nutrition. *Agriculture & Forestry*. Vol. 64 Issue 1. 65-72. DOI: 10.17707/AgricultForest.64.1.08 [in Ukrainian].
20. Nichiporovich, A. A. (1972). *Teoreticheskie osnovy fotosinteticheskoi produktivnosti* [Theoretical Foundations of Photosynthetic Productivity]. Moskva: Nauka. 527. [in Russian].
21. Borysenko, V. V. (2016). Produktivnist riznostyhykh hibrydiv soniashnyka zalezho vid hustoty posivu ta shyryny mizhriad u Lisostepu Pravoberezhnomu [The productivity of growing hybrids of sunflower depending on the density of sowing and the width of the row spacing in the forest-steppe of the Right Bank]. Uman. 152. [in Ukrainian].
22. Ermantraut, E. R., Gopcij, T. I. & Kalenska, S. M. et al. (2014). *Metodika selekciynogo eksperimentu (u roslinnictvi)* [Method of selection experiment (in plant growing)]. Harkiv. 229. [in Ukrainian].
23. Rozhkov, A. O., Puzik, V. K., Kalenska, S. M. (2016). *Doslidna sprava v ahronomii: navch. posibnyk: u 2 kn. – Kn. 1.* [Experienced business in agronomy: textbook. Allowance: 2 b. – booc 1]. – *Teoretychni aspekty doslidnoi spravy – Theoretical aspects of research*. Harkiv: Maidan. 300. [in Ukrainian].

L.A. Garbar, N.V. Knap (2020). EFFICIENCY OF FERTILIZING IN SUNFLOWER CULTIVATION TECHNOLOGY. PLANT AND SOIL SCIENCE, 11(4): 14–25. <https://doi.org/10.31548/agr2020.04.014>

Abstract. An important place among the factors that ensure a high yield of sunflower is occupied by plant nutrition conditions throughout the growing season and technological measures aimed at realizing the genetic potential of sunflower in some regions of Ukraine. It is deeply studied that the potential of domestic hybrids under different growing conditions is necessary to identify their competitiveness and promotion, which will increase the quality and yield of the crop as a whole.

Introduction and application in the production of new complex microfertilizers on the background of basic fertilizers, which can increase the efficiency of plant nutrients of mineral fertilizers and soil, is one of the ways to increase crop yields and quality of agricultural products.

Despite the importance of sunflower as one of the traditional crops of Ukraine, the technology of its cultivation in the Steppe zone today has many unsolved problems. Among the technical measures aimed at increasing the yield of sunflower, an important place is occupied by the choice of optimal rates of fertilizer application and micronutrient fertilization in critical periods of crop development.

The purpose of the research was to establish the influence of fertilizers and selection of high-yielding hybrids (NK Diamantis, SI Kupava, NK Neoma) for specific soil and climatic conditions through the formation of their productivity.

Field research was conducted during 2018–2019 on typical low-humus chernozems. As a result of research, it was found that the use of twice foliar fertilization on the background of the main fertilizer Ecoline Bor, Nertus Bor, Bast Bor in phase 4 and 8 leaves of 1 L/ha stimulated the formation of leaf surface, contributed to the accumulation of dry matter and high yields sunflower hybrids.

Maximum indicators of the leaf surface area were formed in the flowering phase of sunflower plants, which under the influence of fertilizer variants changed in the following range: in plants of the hybrid NK Diamantis from 37.6 to 48.7 thousand m²/ha, SI Kupava was 41.1 - 52.39 thousand m²/ha, NK Neoma - 36.5- 47.6 thousand m²/ha. The highest indicator of leaf area was formed by plants of the SI Kupava hybrid on the variant with application of $N_{36}P_{56}K_{108}S_{28} + N_{23} + \text{Ecoline Bor}$ "(4 and 8 leaves), which amounted to 52.39 thousand m²/ha.

Keywords: sunflower, fertilizers, micronutrients, boron, hybrids, Ecoline Bor, Nertus Bor, Bast Bor, leaf surface area, dry matter, yield.